

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität in
MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. med., Dr. med. h. c. Rudolf Zenker

Vergleichende Verbandstoffuntersuchungen
unter besonderer Berücksichtigung
des Wasseraufnahmevermögens,
der Saugfähigkeit,
Reißfestigkeit,
Reißdehnung und Temperatur

INAUGURAL- DISSERTATION

zur Erlangung der Doktortwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximiliansuniversität zu München

Vorgelegt von Herbert Schmidt aus Eichstätt/Bay.

Jahr: 1967

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doiz. Dr.med. Alfred Meyer

Mitberichterstatter: Prof. Dr.med., Dr.med.h.c. Rudolf Zenker

Dekan: Prof. Dr.med. Manfred Kiese

Tag der Mündlichen Prüfung: 4. April 1967

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität in
MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. med., Dr. med. h. c. Rudolf Zenker

Vergleichende Verbandstoffuntersuchungen
unter besonderer Berücksichtigung
des Wasseraufnahmevermögens,
der Saugfähigkeit,
Reißfestigkeit,
Reißdehnung und Temperatur

Inaugural-Dissertation zur Erlangung
der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
MÜNCHEN

Vorgelegt von Herbert Schmidt aus Eichstätt/Bay.

1. Referent:

Priv. Doz. Dr. med. Alfred Meyer

2. Referent:

Prof. Dr. med., Dr. med. h. c. Rudolf Zenker

Tag der Einreichung der Arbeit:

6. 2. 67

Tag der Annahme der Arbeit:

2. 3. 67

Tag der Promotion:

4. 4. 67



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547415_0016

Meinen Eltern

I N H A L T S Ü B E R S I C H T :

1. EINLEITUNG				
Vorwort	1	Reißfestigkeit und Reißdehnung	Seite	12
Zur Geschichte des Wundverbandstoffes	1	1) Zweck und Anwendungsbereich		12
1) Altertum	1	2) Prinzip des verwendeten Zugprüfgerätes		12
2) Mittelalter	2	3) Meßbereiche der Prüfmaschine		12
3) Neuzeit	3	4) Auswahl der Proben		12
4) Die neuen Verbandstoffe	4	5) Versuchsdurchführung		12
Vorstellung und Herstellungsverfahren		6) Kraft- und Längenänderungskurve		13
der einzelnen untersuchten Wundtextilien	4	7) Variationskoeffizient und Vertrauensbereich		13
1) Curotect	4	8) Versuchsergebnisse und Auswertung		13
2) Metalline	4	Temperatur		14
3) Novalind	5	1) Ambulante Oberarmwunden mit und ohne Indikation		14
4) Solvaline	5	2) Untersuchungen an Operationswunden		15
5) Verbandmull	6	3) Tierexperimentelle Untersuchungen		16
Forderungen, die an einen Verbandstoff gestellt werden	6	Histologie		17
		1) Problemstellung		17
2. HAUPTTEIL		2) Ergebnisse mit imprägnierter Gaze		17
Auswahl des Verbandstoffmaterials für die einzelnen Versuche	7	3) Wundmodell		18
Saugfähigkeit und Wasseraufnahmevermögen	7	4) Kriterien der Wundheilung		18
1) Saugfähigkeit	7	5) Mitteilung und Auswertung der Ergebnisse		20
a) Methodik	7	Diskussion		22
b) Ergebnisse	8	Zusammenfassung		23
c) Auswertung der Ergebnisse	8	1) Curotect		23
2) Wasseraufnahmevermögen	10	2) Metalline		23
a) Definition und Methode	10	3) Novalind		23
b) Ergebnisse	11	4) Solvaline		23
c) Auswertung der Ergebnisse	11	5) Verbandmull		23
		Literaturangabe		24

EINLEITUNG

Vorwort

Lange Zeit sah man im Wundverband nur eine Schutzmaßnahme gegen äußere Einwirkungen. Die Wundheilung ist ein physiologisch-morphologischer Prozeß, abhängig von vielen exogenen und endogenen Bedingungen. Die Wunde bezieht ihre Baumaterialien größtenteils aus dem mesenchymalen Bindegewebe. Sie galt vom Verbandstoff aus gesehen als unbeeinflussbar. So ist es nicht verwunderlich, daß für ein einfaches Behandlungsverfahren, wie es scheinbar das Verbinden von Wunden darstellt, keine exakten therapeutischen Gesichtspunkte mit pharmakologischen und toxikologischen Grundlagen entwickelt wurden.

Die Kenntnisse über eine endogene Beeinflussung des Wundheilungsverlaufes sind gering. Über eine exogene Beeinflussung der Wundheilung liegen umfangreichere Erfahrungen vor.

Hierauf aufbauend bemüht man sich, die Wundheilung von negativen Einflüssen abzuschirmen, sowie mit physikalischen und chemischen Mitteln zu fördern. Auf dem Gebiet der Wundtextilien liegt eine umfangreiche Literatur vor, die aufzeigt, daß die Textilbehandlung, Textilart, Spinn- und Webart für den Wundheilungsverlauf von Bedeutung sind.

Schon lange war es bekannt, daß beim Ablösen und Wechseln des Verbandes die Wunde geschädigt und die Wundheilung beeinträchtigt oder verzögert wird. So empfahl schon LISTER, die antiseptische Gaze unter anderem in Paraffin zu tauchen „da das Paraffin das nachteilige Ankleben verhüten soll“.

In neuerer Zeit sucht man das Verkleben mit der Wunde einmal durch eine glatte, nicht saugfähige Oberflächengestaltung des Verbandstoffes, zum anderen durch Bewegungseffekte der Verbandstoffauflage zu verhindern. Als erstes praktisches Ergebnis

kommt in Deutschland 1938 der Filmverbandstoff nach GELINSKY auf den Markt, eine Zellstoffkompreß mit aufgenähter perforierter Zellglasauflage. Weitere Lösungen werden gefunden mit Reyon- und Polyamidgeweben, sowie schließlich mit Vliesstoff. Diese verschiedenen wundfreundlichen Verbandstoffe, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, kann man in drei Gruppen zusammenfassen:

1. Salben-Gazen und -Tulle (z. B. Cura-Tuell, Penicillin-Nonad-Tulle).
2. Saugende Spezialgewebe, die sich bei Wasser- oder Sekretzutritt von der Wunde abheben (z. B. Novallind).
3. Glatte, wasserabweisende, wenig oder nicht quellende perforierte Folien, Gewebe oder metallisierte Vliesstoffe (z. B. Curotect, Metalline, Solvaline, Telfa) als Wundaufgabe.

Die Wünsche und Forderungen, die an sie gestellt werden, sind groß. Die wundfreundlichen Verbandstoffe sollen saugfähig sein und die Temperatur so wenig wie nur möglich erhöhen. Sie dürfen die Wunde nicht irritieren, nicht verkleben und sollen bei voll erhaltener Saugfähigkeit die Ableitung wundheilungsstörender Zerfallstoffe, bewerkstelligen. Sie sollen außerdem so wirtschaftlich wie möglich sein.

Lassen diese neuen Verbandstoffe das Wundsekret in die dahinterliegende Saugschicht durch? Gewährleisten sie eine gewisse Wundruhe? Wie hoch sind die Saugfähigkeit bzw. das Flüssigkeitsaufnahmevermögen? Wie groß die Reißfestigkeit und Reißdehnung? Kommt es zu einem Temperaturanstieg?

Diese Fragen zu beantworten soll Aufgabe dieser Arbeit sein.

Zur Geschichte des Verbandstoffes

1. Altertum

KOWE sagt mit Recht, daß die Geschichte der Wundbehandlung so alt ist wie das Menschengeschlecht. Wunden sind schon in jenen Zeiten behandelt worden, aus denen kein geschriebenes Wort, keine Überlieferung uns Kunde bringt, so daß wir auf die Zeugnisse der vergleichenden Volkskunde und der Ethnologie angewiesen sind. KUNTZEN erwähnt u. a. als Sinn und Zweck des Verbandes, daß er die Wunde abdecken und gegen äußere Schädlichkeiten schützen soll, eine Erkenntnis, die weit in die Urgeschichte zurückreicht, und die, wie erwähnt, auch heute noch Gültigkeit besitzt. Daß man, um dieser Forderung Genüge zu leisten, das Material, das die Natur feilbot, wie Feuerschwamm, Spinnweben und vor allem Baumbast und Pflanzenblätter verwendete, nimmt nicht wunder. Dabei wurden auch erste Erfahrungen über den Heilwert von Kräutern, Früchten und Wurzeln, und damit erste Primitiverkenntnisse in der Pharma-

kologie gewonnen. Jener Weg jedoch, der letzten Endes zum modernen Verbandstoff führt, wurde zu dem Zeitpunkt eingeschlagen, als im Orient die Kunst des Spinnens und Webens aufkommt und diese Möglichkeit zur Herstellung von Leinwandbinden ausgenutzt wird.

Um 1550 vor Christus nennt der Papyros Ebers, das älteste Heilkundebuch, den Verbandstoff schlechthin, wie er ohne wesentliche Änderung bis ins 19. Jahrhundert gebräuchlich bleibt: die aus Flachs oder Baumwolle hergestellte Scharpie, die dadurch gewonnen wird, daß man aus mehrfach gewaschener und damit saugfähiger, also „gebrauchter“ Leinwand Fäden herauspupft, die zur Wundbehandlung und -bedeckung benutzt werden.

Nach dem Papyros Ebers wurden die Wunden mit Baumwollschärpie belegt, die mit Bohnenmehl, Öl und Honig bestrichen war. Doch verwendete man zur

Wundbedeckung auch Menschen- und Tierkot und ähnliche Dinge, die auch in der mittelalterlichen „Dreckapotheke“ eine große Rolle spielten. Das, was sich in Jahrhunderten bei anderen Völkern wiederholte, sehen wir in Ägypten auf dem Gebiete der Wundbehandlung sich entwickeln: aus planlosem Suchen und Tasten nach wunderkräftigen Mitteln und Empirie keimte hier im Dunkeln religiöser Mysterien langsam das Wissen empor. Aus dem Tier-, Pflanzen- und Mineralreich wurde alles Erdenkliche herangezogen; gelegentlich traf man dabei das Richtige.

Die Heilkunde der Hebräer wurde vor allem durch den Aufenthalt der Juden in Ägypten von der alt-ägyptischen Heilkunde beeinflusst.

Im alten Griechenland gelangte die Ausübung der Medizin aus den Händen der Priester in die der Laien. Im 5. Jahrhundert vor Christus bestanden bereits mehrere Ärzteschulen, aus denen auch Hippokrates hervorging.

Hier findet man vor allem ausführlichste Beschreibungen der Verbandstechnik, aber so gut wie keine Mitteilung über das Material. Ein spärlicher Hinweis dringt lediglich durch „Die ärztliche Werkstätte“ zu uns, wo der hippokratische Autor schreibt: „Die Verbandstücke müssen rein, leicht, weich und dünn sein. Man muß sie passend verwenden, indem man sie nach Breite und Dicke der Körperteile bestimmt.“

Im 4. Kapitel der Schrift „Über die Wunden“ heißt es: „Man darf die Heilmittel auch nicht eher auflegen, als bis man die Wunde ganz trocken gemacht hat; dann aber muß man sie auflegen. Man muß die Wunde oft mit einem trockenen Schwamm betupfen und wieder oft ein trockenes und reines Linnenstück hinzutun, und so das einem nützlich erscheinende Mittel auflegen.“

Aber schon vor Hippokrates berichtete Homer in seinen Gesängen von Ärzten, die auf dem Schlachtfeld chirurgisch in der Wundbehandlung tätig waren. Einige seiner Verse seien hier wiedergegeben. Nach der Verwundung des Eurypylos (Sohn des Euaimon) sagte Patroklos zu ihm:¹

„Dennoch werd' ich nimmer dich hier verlassen im Schmerze!

Sprachs, und unter der Brust den Völkerhirten umfassend

Führt' er ins Zelt; ein Genoss' dort breitete Felle der Stier aus

Hierauf streckt ihn der Held und schnitt mit dem Messer den scharfen

Schmerzenden Pfeil aus der Lend', auch rein mit lauwarmem Wasser

Wusch er das schwärzliche Blut, dann streut er die bittere Wurzel

Drauf mit den Händen zermalmt, die lindernde, welche die Schmerzen

Alle bezwang; und es stockte das Blut in erharschender Wunde.“

Das einzige Beispiel aus der Ilias, das direkt etwas über den Verbandstoff aussagt, der zu Homers Zeiten in Griechenland gebräuchlich war, findet sich im 13. Gesang (598 - 600):

¹ Homer, Ilias 11. Gesang 841 - 848

„Diesen zog aus der Wunde der hochgesinnte Agenor Und verband ihm die Hand mit **des Schafes geflochtener Wolle**

Aus einer Schleuderschnur, die der Diener dem Könige reichte.“

Bei diesem Beispiel ist noch einschränkend zu sagen, daß es nur eine Art Notverband gewesen ist, den Agenor dem Helenos machte.

Im republikanischen Rom war die Medizin noch verhältnismäßig rückständig, als die Heilkunde in Griechenland bereits einen hohen Stand erreicht hatte. Man begnügte sich anscheinend mit den primitiven Kenntnissen, die man den eingeborenen Etruskern entlehnt hatte, wie mit Zaubersprüchen, Auflegen von Kräutern auf Wunden und einfachen Schienenverbänden aus Baumrinde. Erst um 300 vor Christus gelangte die griechische Heilkunde nach Rom. Noch bis zum Beginn der Kaiserzeit jedoch übten in großer Zahl die Sklaven die Heilkunde aus. Mit den Kenntnissen auf dem Gebiet der Medizin übernahmen die Römer auch den in Griechenland üblichen Verbandstoff.

Ein Beispiel dafür finden wir in dem Werk von Aulus Cornelius Celsus „De medicina libri octo“: „Fürchtet man die Verblutung, so füllt man die Wunde mit trockener Scharpie, legt dann in kaltem Wasser ausgedrückte Schwämme drüber und drückt sie mit der Hand auf. Läßt hierauf die Blutung zu wenig nach, so muß man die Scharpie öfters erneuern; und schafft die trockene Scharpie zu wenig Nutzen, befeuchtet man sie mit Essig. Zum Verbinden einer Wunde sind Binden aus Leinwand am meisten geeignet.“

Celsus bestätigt also in seinem Werk über die Heilkunde, daß der in Rom gebräuchliche Verbandstoff um Christi Geburt und danach Scharpie und Binde aus Leinwand waren.

Ungefähr 600 Jahre später finden wir in den Büchern des Paulus von Ägina noch immer die gleichen Verbandstoffe erwähnt wie im Papyros Ebers. An der Art des Materials änderte sich ja auch bis in die Neuzeit hinein nichts. Nur die Technik erfuhr hin und wieder einige Änderungen: „Wir nehmen aus der Wunde die Feuchtigkeit heraus, legen Scharpie ein, machen einen geeigneten Verband und besprengen ihn bis zum dritten Tag mit einer Mischung von Öl und Wein, dann lösen wir ihn und legen eine heilende Wundsalbe auf Scharpie gestrichen auf.“

2. Mittelalter

Die weitere Entwicklung des Wundverbandstoffes vollzog sich vor allem in Europa. Man kann dabei eigentlich nicht von einer Entwicklung sprechen, denn Entwicklung bedeutet ja Fluktuation und nicht Stillstand. Dieser besteht jedoch, wenn man die Fortschritte in den theoretischen Erkenntnissen der Wundheilungsvorgänge und der Wundpathologie mit der Entwicklung des Verbandstoffes vergleicht. Der Verbandstoff bleibt seit der Erwähnung des Flachses, der Baumwolle, der Leinwand und vor allem der Scharpie im Papyros Ebers bis zur epochemachenden Entdeckung der antiseptischen Wundbehandlung durch LISTER gleich.

Auch mit Mittelalter fehlt, wie in den vorangegan-

nen Epochen, eine zusammenfassende Darstellung über das Material und die Verarbeitungsweise des Verbandstoffes. Aus den kurzen Hinweisen der Chirurgen, welche diese in ihren Werken über die Wundbehandlung geben, geht jedoch hervor, daß das Material gleichgeblieben ist. Dies ist sowohl bei H. v. MONDEVILLE (um 1300), GALENUS, AVICENNA und PARACELSUS festzustellen.

Dabei ist auffällig, daß PARACELSUS trotz seiner zahlreichen Schriften nichts über den Verbandstoff, ja noch nicht einmal etwas über die Technik des Verbandes mitteilt. Dies ändert sich erst bei BASSIUS (1722) und J. BERNSTEIN (1798), die in ihren Verandlehren u. a. sehr ausführlich auf das Material, die Herstellung und Anwendung der damals gebräuchlichsten Verbandstoffe eingehen.

Es wurde vor allem auf die Beschaffenheit der verwendeten gewaschenen Leinwand, die weder neu, noch zu alt sein durfte, damit die Wunde nicht gereizt werde und auch keine brüchigen Fäden auftreten, hingewiesen. BASSIUS ist dabei seiner Zeit weit voraus, wenn er nur saubere und reingewaschene Leinwand verwendet, nachdem er bei Benutzung verschmutzter und „stinkender“ Binden Infektionen beobachtete und ihre Gefahr auch richtig erkannte.

3. Neuzeit

Einen nicht unwichtigen Schritt auf die eigentliche Verbandstoffentwicklung hin brachte die industrielle Herstellung der Scharpiewatte, auch wenn dieses Verfahren für Binden zunächst noch keine Bedeutung erlangte.

Eine wesentliche Änderung in der Art des Materials trat aber bis 1867 nicht ein. In diesem Jahr eröffnete LISTER seine aufsehenerregenden Publikationen mit dem Aufsatz „On a new method of treating compound fracture, abscess etc. with observations in the conditions of suppuration.“ Der Kernpunkt des LISTER'schen Verbandes ist es, auf der einen Seite die Wunde gegen die reizende Einwirkung des Antiseptikums zu schützen, und auf der anderen Seite durch das Antiseptikum die Wunde gegen den Reiz der Zersetzung zu schützen. Die erste Aufgabe des Verbandes sollte die Vernichtung der bei der Verletzung eingebrachten Keime sein.

PASTEUR's Untersuchungen über die Zersetzung organischer Stoffe durch die in der Luft schwebenden Keime hatten in LISTER die gleichen Ideen erweckt, zu denen schon F. J. LENAIRE bei seinen Experimenten mit der Karbolsäure gekommen war. Er hatte ihre fäulniswidrige und desodorierende Kraft beobachtet.

An der 1871 erstmals verwendeten und später verbesserten antiseptischen Gaze hielt LISTER fest.

Sein Verfahren erlebte mannigfaltige Änderungen. Der Grundgedanke, die antiseptische Wundbehandlung, blieb bestehen.

Weil Baumwolle am Ausgang des 19. Jahrhunderts noch ziemlich teuer war und man mit dem LISTER'schen Verfahren viel Verbandstoff brauchte, kam eine Vielfalt von Methoden und Ersatzstoffen auf.

NEUBER sagte darüber im Jahre 1883: „Das ursprüngliche LISTER'sche Verfahren ist meist verlassen und es existieren zur Zeit viele Modifikationen desselben an chirurgischen Kliniken. Jeder rühmt sein eigenes antiseptisches Verfahren und hält es für besser als dasjenige des anderen.“

An Ersatzstoffen wurden verwendet: Moos, Schwämme, Torf, Jute, Holzwolle, Hanf, Flachs, Leinen, Kleie und Sägespäne, um nur die wichtigsten zu nennen. Interessant daran ist vor allem, daß einige davon schon im Altertum und im Mittelalter als Ersatzstoff für ungeordnete Scharpie benutzt wurden, wie das Moos und die Schwämme. (Bei primitiven Völkern ist der Feuerschwamm auch heute noch ein beliebtes Blutstillungsmittel).

Alle die hier erwähnten Ersatzstoffe für Scharpie und Baumwolle behaupteten ihre Bedeutung als Verbandmaterial in der Wundbehandlung nicht lange. Eine Tatsache verhalf der Baumwolle noch mehr als alle medizinischen Erkenntnisse zu ihrem Platz als bevorzugtes Verbandmaterial: die immer stärker zunehmende Mechanisierung in der Industrie. Durch die Einführung des mechanischen Webstuhls in England 1822 wurde es möglich, einen immer gleichmäßig guten Verbandstoff herzustellen, der auch bei der Sterilisation keine Schwierigkeiten bereitete und der den Namen „Verbandstoff“ wirklich verdient.

Doch bekommt die seit Beginn des 20. Jahrhunderts allein der Wundversorgung dienende Baumwollgaze allmählich ernsthafte Konkurrenz.

4. Die neuen Verbandstoffe

In den USA wurde während und nach dem 2. Weltkrieg die Kunstseide für die Verbandstoffherstellung herangezogen. Auch deutsche Firmen begannen in den Fünfziger Jahren, die Chemiefaser für die Verbandstoffherstellung nutzbar zu machen. Zu diesen neuen Verbandstoffen gehören u. a. die Wundtextilien Curotect, Metalline, Novalind und Solvaline. Sie im Hinblick auf bestimmte Eigenschaften miteinander zu vergleichen ist die Aufgabe dieser Arbeit. In diese vergleichenden Untersuchungen wurde auch der Verbandmull mit einbezogen.

Vorstellung und Herstellungsverfahren der einzelnen untersuchten Wundtextilien



Abb. 1: Curotect (Maßstab 1 : 20)

1. Curotect:¹

Hierbei handelt es sich um ein Zweischichtengewebe, dessen wundseitige, glänzende Schichtseite aus einer geschlossen gewebten, sekretdurchlässigen Decke aus nichtsaugenden Zellglasbändchen besteht (die Flüssigkeit soll nach GELINSKY durch ein System von seitlich sich öffnenden Spalten durchdringen), die mit einer stark saugenden Textilschicht aus Zellwollgarnen durch die Art der Gewebebindung fest verbunden ist. Dieses Zweischichtengewebe ist mit einer Zellstoffwatte-Netzschlauch-Kompresse als Saugschicht kombiniert. Der Verbandstoff ist als **Verbandpäckchen** (3 m x 6 cm zu DM 5,25) als **Wundverband** (3 m x 8 cm zu DM 6,10) und als **Wundpäckchen** (3 m x 10 cm zu DM 7,35 bzw. 50 cm x 6, 8, 10 cm zu DM 1,35, 1,70, 2,05) im freien Verkauf erhältlich.*

Indikationen:

Frische Wunden, granulierende Wunden, chronische Geschwüre, infizierte Wunden, Transplantationen, feuchter Verband, Salbenverband sowie für den Übergang vom komprimierenden zum ableitenden Verband.

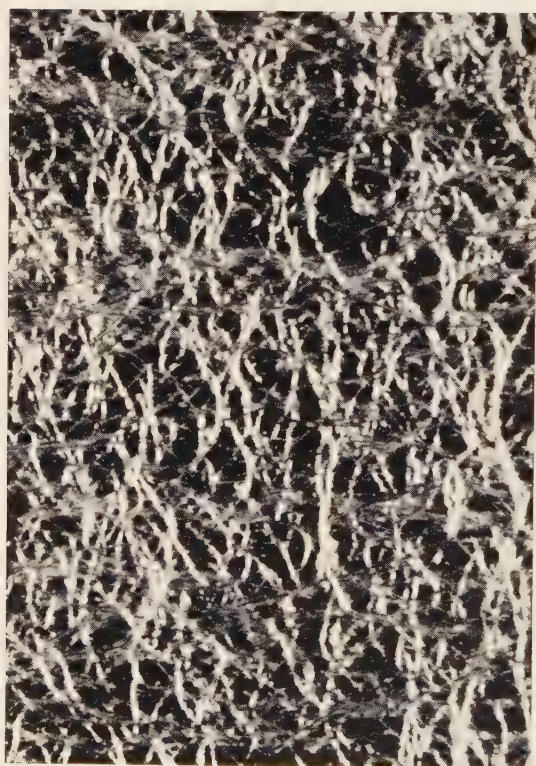


Abb. 2: Metalline (Maßstab 1 : 20)

2. Metalline:²

ist ein im Hochvakuum mit Reinaluminium bedampfter Vliesstoff aus Zellwolle mit wahlweiser Beimengung von Baumwolle. Bei der Bedampfung werden die einzelnen Fasern des Vliesstoffes mit Aluminium umhüllt. Dieser Verbandstoff ist glatt, porös und indifferent gegen Wasser, Blut und Sekrete. Er wird entweder mit dem hochsaugfähigen Viscotex oder mit Zellstoff kombiniert. Es gibt **Tücher** in der Größe 10 m x 73 cm auf Rollen. In Kombination mit dem Vliesstoff Viscotex werden ferner angeboten: **Fertig-Betttücher** 2,5 m x 73 cm, sterilisiert, **Verbandpäckchen** 40 x 60 cm, **Verbandtücher** 60 x 80 cm und 80 x 120 cm, sowie **Kompressen** in Rollen 10 m x 10 cm bzw. in Einzelabschnitten 10 cm x 10 cm sterilisiert, zum Preis von DM 5,80 bzw. 2,— angeboten.

Indikationen:

Wunden aller Art, insbesondere Brand-, Schürf-, Ätzwunden und Transplantationen, schmierig belegte Wunden, infektionsgefährdete Wunden, Geschwüre sowie nässende Hauterkrankungen.

¹ Hersteller: Fa. Hartung GmbH, Hannover

² Hersteller: Fa. Lohmann KG, Fahr/Rhein

* Bei allen hier und in der Folge angegebenen Preisen handelt es sich um unverbindliche Richtpreise für RVO-Kassen, Stand 1. 8. 1965

3. Novalind:¹

Ein Gewebe aus reinen Zellwollgarnen von unterschiedlicher Stärke und verschieden hoher Drehung in Kette und Schuß. Bedingt durch die Art der Gewebebindung und die verschiedenen Garnstärken besitzt das Gewebe unterschiedliches Niveau. Bei Befuchtung mit Blut oder Wundsekret tritt ein Abhebeeffekt ein, der von BARON als dreidimensionale Schrumpfung bezeichnet wird. Es wird in **Rollen** von 10 m x 8, 12 und 50 cm, in **Kompressenform** von 10 x 10 cm, 8 x 8 cm, 12 x 12 cm und 12 x 24 cm zu je 5 und 10 Stück angeboten. Im Karton sind auch **ZZ-Lagen** von 1 und 2 m Länge erhältlich. Der Preis dieses Verbandstoffes beläuft sich auf 2,15 DM für 10 Stck. von 10 x 10 cm bzw. auf DM 2,70 12 x 12 cm und auf DM 4,35 für 12 x 24 cm, wobei jeweils die Angabe auf 10 Stück bezogen ist.

Indikationen:

Frische Wunden, stark sezernierende und granulierende oder schmierige Wunden, die für eine Transplantation vorbereitet werden, sowie Nagelbettwunden, Ulcera-cruris, infizierte Wunden, aseptische Operationswunden.



Abb. 3: Novalind (Maßstab 1 : 20)

4. Solvaline:²

Hierbei liegt ein Gewebe aus nicht quellfähigen monofilen Polyamidfäden mit aufeinander abgestimmter Fadenstärke und Fadenzahl unter Berücksichtigung einer optimalen Porosität vor (Fadenstärke 20 den., Fadenzahl 65 ± 2).

Handelsformen: **Schleier** der Größe 20 x 40 cm und gebrauchsfertige **Kompressen** (Schleier mit dem Vliesstoff Viscotex als Hinterlage) in Rollen von 10 m x 6 - 15 cm sowie im Pergaminbeutel zu je 10 Stück von 6 x 6, 8 x 8 und 10 x 10 cm im Karton.

Preis: Rolle 10 m x 10 cm DM 15,— bzw. Kompressen 10 Stck. zu je 10 x 10 cm DM 2,75.

Indikationen:

Aseptische Operationswunden, Traumatologie (allgemein), Handchirurgie, bei infizierten Wundverhältnissen (Osteomyelitiden, Phlegmonen, Decubitalgeschwüren), Brandwunden, Transplantatbedeckung und Deckung der Entnahmestelle.

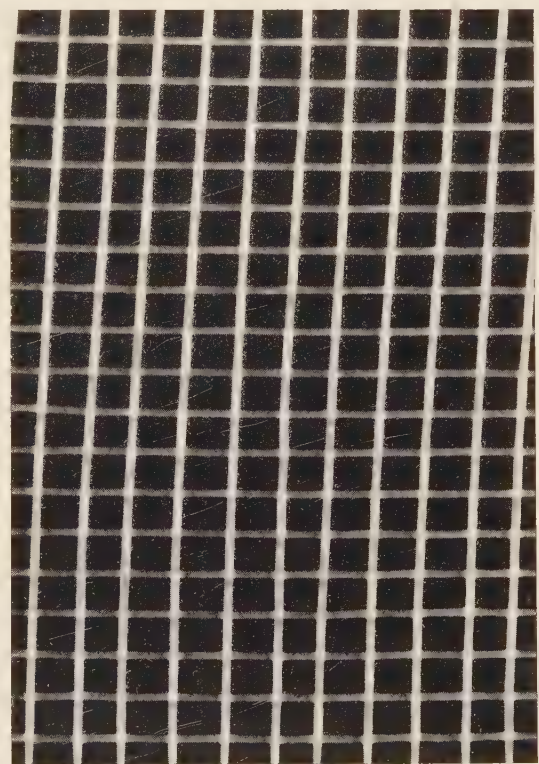


Abb. 4: Solvaline (Maßstab 1 : 20)

¹ Hersteller: Wundtextil GmbH, Nordhorn

² Hersteller: Fa. Lohmann KG, Fahr/Rhein

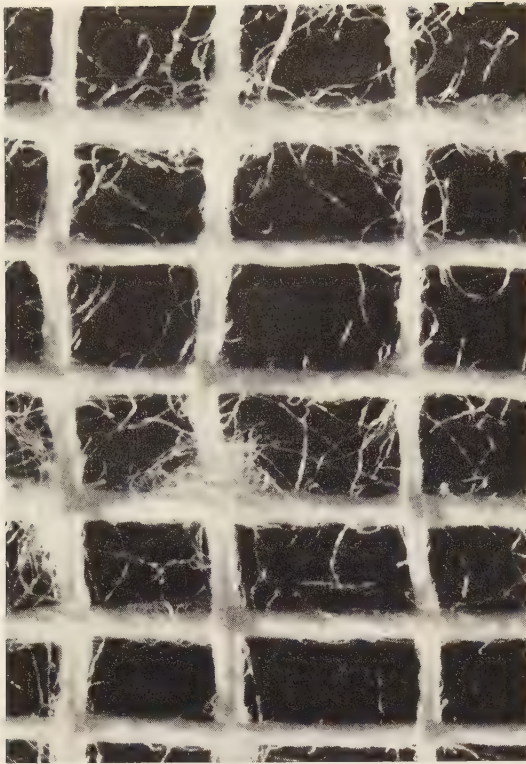


Abb. 5: Verbandmull (Maßstab 1 : 20)

Forderungen, die an einen Verbandstoff gestellt werden

Die Forderungen, die an einen sog. „idealen Verbandstoff“ gestellt werden, basieren auf den neuesten Erkenntnissen der Pathophysiologie der Wundheilung (MARCHAND, AREY, FUSS, NEEDHAM, SCALES, v. REDWITZ) und den Erfordernissen einer einfachen und wirtschaftlichen Anwendungsform. Er darf deshalb nicht nur eine Schutzfunktion erfüllen, sondern er muß ein möglichst günstiges Wundmilieu (HENFTLING und JOHNE) herstellen, ein Continuum (MIKULICZ) zwischen Wunde und Verband.

Das Verdienst, diese Forderungen klar herauskristallisiert zu haben, gebührt vor allem MEYER, BARON und RAUCH. Im einzelnen sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Der Verbandstoff muß genügend gute Saugfähigkeit und Porosität aufweisen, da Flüssigkeitsansammlungen im Wundbereich die besten Voraussetzungen für Keimbeseidlung, -vermehrung und somit für die Wundinfektion schaffen. Da dem Exsudat aber auch fermentative Fähigkeiten (ASCHOFF) zukommen, die bei der Infektabwehr eine Rolle spielen können und durch das Exsudat der Wundfläche ein erster Schutz gegeben wird, ist es nach RAUCH korrekter, nicht das Exsudat als solches, sondern den Überschuß an Exsudation als schädlich zu betrachten.
2. Es darf zu keinem Wärmestau kommen, das heißt, die Temperatur der Wunde sollte durch die Auflage keine nennenswerte Erhöhung erleiden.

5. Verbandmull:¹

Verbandmull ist ein lockeres Gewebe in Leinwandbindung aus Baumwoll- oder Zellwollgarnen, das nach dem Weben entschlichtet und gebleicht wird. Von den 3 genormten Fadendichten (DIN 61 630) 17, 20 und 24 Fäden/cm² ist der 20-fädige Verbandmull der gebräuchlichste. Als Rohstoff werden Baumwolle und Viskosezellwolle verwendet, jedoch wird Baumwolle bevorzugt.

Die Handelsformen dieser Gruppe variieren je nach Verwendungszweck (Krankenhaus, ärztl. Praxis, Apothekenverkauf bzw. Sprechstundenbedarf) hinsichtlich der Größe, Länge und Breite äußerst stark. 1 m x 80 cm 20-fädiger Verbandmull kostet DM 1,30. Da ich dies als weitgehend bekannt ansehe, möchte ich nicht näher darauf eingehen und unnötigerweise Details bringen.

Indikationen:

Für Wundverbände, als Salben- und Medikamententräger oder zur Selbsterstellung von Kompressen und Tupfern.

3. Der Verbandstoff muß gewisse Mindestforderungen bezüglich der Reißfestigkeit erfüllen.
4. Er muß einfach und leicht anwendbar sein und sich mit den üblichen Methoden absolut keimfrei machen lassen.
5. Der Verband darf die Wunde nicht reizen, d. h., der Verband soll sich leicht und faltenlos an die Wunde anschmiegen und keine Schrumpfungstendenzen erleiden, die unweigerlich zur Reizsekretion führen würde. Die ermittelte optimale Maschenweite soll natürlich auch nicht durch irgendwelche Quellungsvorgänge verändert werden, wodurch die Gefahr einer Verklebung und damit einer Traumatisierung beim Verbandwechsel gegeben wäre.
6. Er muß die Forderung nach chemischer Reizlosigkeit erfüllen. Hierbei sind die neuen Kunstfasernstoffe der Baumwolle zumindest gleichwertig, wenn nicht überlegen.
7. Keine Textilveredelung durch optische „Aufheller“! Da es sich, wie schon der Name besagt, nur um eine rein optische Verbesserung handelt, (deren physiologische Unbedenklichkeit nicht feststeht) muß eine „Aufweisung“ für den Verbandstoff von untergeordneter Bedeutung sein, wenn man dafür Unsicherheiten bei der medizinischen Verwendung eintauscht.
8. Er muß durchlässig sein, eine Forderung, die bei gewebten Textilien im allgemeinen erfüllt ist. Da-

¹ Hersteller: alle Verbandstoff-Fabriken

bei ist vor allem die Maschengröße des Gewebes in Beziehung zur Fadenstärke von Bedeutung, da man erkannt hat, daß bei einer bestimmten Maschengröße ein Eindringen von Kapillaren in das bedeckende Material erfolgt (siehe histologischer Abschnitt), während bei sehr kleiner Maschengröße leicht Sekretstauung, Verklebung und Luftabschluß eintritt und damit äußerst ungünstige physiologische Voraussetzungen für die Wundheilung eintreten. Zum Beispiel wird in der Literatur

für Kunstseidengewebe die Fadenstellung $45/45 \pm 2$ pro cm^2 bei einer Fadenstärke von 30 den. als ideal angegeben (MEYER).

9. Er muß wirtschaftlich sein.
10. Die textiltechnische Verarbeitung und Ausrüstung muß zweckentsprechend und in engster Zusammenarbeit mit den klinischen Erfahrungen erfolgen. Die Auswahl geeigneter, dem bisherigen Material überlegener Fasern, ist eine Grundvoraussetzung.

Auswahl des Verbandstoffmaterials für die einzelnen Versuche der Saugfähigkeit, des Wasseraufnahmevermögens, der Reißfestigkeit, Reißdehnung, Temperatur und Histologie.

Die Verbandstoffproben wurden aus dem vorhandenen Material so ausgewählt, daß sie die Eigenschaften und Verhältnisse des Gesamtmaterials so genau wie möglich wiedergeben, wobei sich die Anzahl und Größe der Proben nach dem Prüfziel richtet. Eine Entnahme vom Anfang oder Ende der Gewebbahn wurde als unzweckmäßig angesehen.

Die Probestücke wurden mit einem Meter Länge über die ganze Gewebebreite entnommen. Es ist selbstverständlich, daß an den Entnahmestellen für die Untersuchungen keine sichtbaren Fehler, Falten, Schäden und auch keine Knick- oder Knitterstellen vorhanden sein durften.

Die Entnahme erfolgte gleichmäßig über die ganze Länge der Bahn verteilt, wobei die Proben im Abstand von mindestens 10 cm von der Längskante der Bahn entnommen wurden. Nach DIN 53803 (Prüfung von Textilien, Probeentnahme, eigene Richtlinien) und DIN 53802 (Prüfung von Textilien, Angleichen der Proben an das Normalklima) sowie DIN 53804 (Prüfung von Textilien, Auswertung der Meßergeb-

nisse) sind die Proben bei Geweben so über die ganze Länge des Probestückes zu verteilen, daß jeweils eine andere Schußfadenpartie erfaßt wird. Nur bei gleichzeitiger Durchführung von Trocken- und Naßzugversuchen sollten die Kettstreifen als „Zwillingsproben“ direkt untereinander und die Schußstreifen nebeneinander entnommen werden.

Für das Saugfähigkeits- und Wasseraufnahmevermögen wurde als Gewicht das Stückgewicht, d. h. das Gewicht des ganzen Stückes genommen.

Bei der Reißfestigkeits- bzw. Reißdehnungsbestimmung wurde ebenfalls gemäß den DIN-Vorschriften für eine freie Einspannlänge von 20 cm die Probenlänge von mindestens 35 cm verwendet. Die Probenbreite betrug 5 cm.

Zur Prüfung der Trockenreißfestigkeit wurden die Proben vor dem Versuch im Normalklima 20/65 DIN 500 14 ($20 \text{ Grad C} \pm 2 \text{ Grad C}$ und $65 \pm 3\%$ relative Luftfeuchtigkeit) nach DIN 53802 ausgelegt.

Bei der Prüfung der Naßreißfestigkeit war dies nicht erforderlich.

Saugfähigkeit und Wasseraufnahmevermögen 1. Saugfähigkeit

a) Methodik

Hierbei wurden 5 cm breite und 30 cm lange Streifen in ein mit Indikatorlösung versetztes Wasserbad 1 cm tief eingetaucht und die Steighöhe der Flüssigkeit nach 10, 30 und 60 Sekunden an einem dahinter angebrachten Maßstab abgelesen.

Als Indikator wurden dabei Tinte und Eosin verwendet. Für das Wasserbad wurde Aqua dest. genommen. Da beide Indikatoren einen beinahe optimalen Auflösungskoeffizienten aufweisen, ergaben sich hinsichtlich der Steighöhe keine Unterschiede. Die Prüfungseinrichtung (s. Abb. 6 u. 7) besteht aus einer Grundplatte mit Nivellierschrauben, einer Schale zur Aufnahme der Prüfliquidität, einem längs einer vertikalen Stütze verstellbaren horizontalen Träger mit vier Klemmen zum Einspannen der Proben und vier lotrechten, an dem Träger befestigten Maßstäben. Vor Beginn der Prüfung wird die Prüfeinrichtung so aufgestellt, daß die Grundplatte mit der Schale und dem

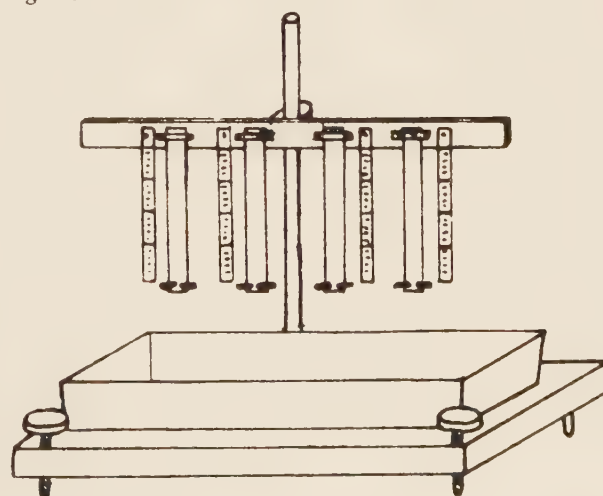


Abb. 6: Prüfeinrichtung zur Bestimmung der Saugfähigkeit

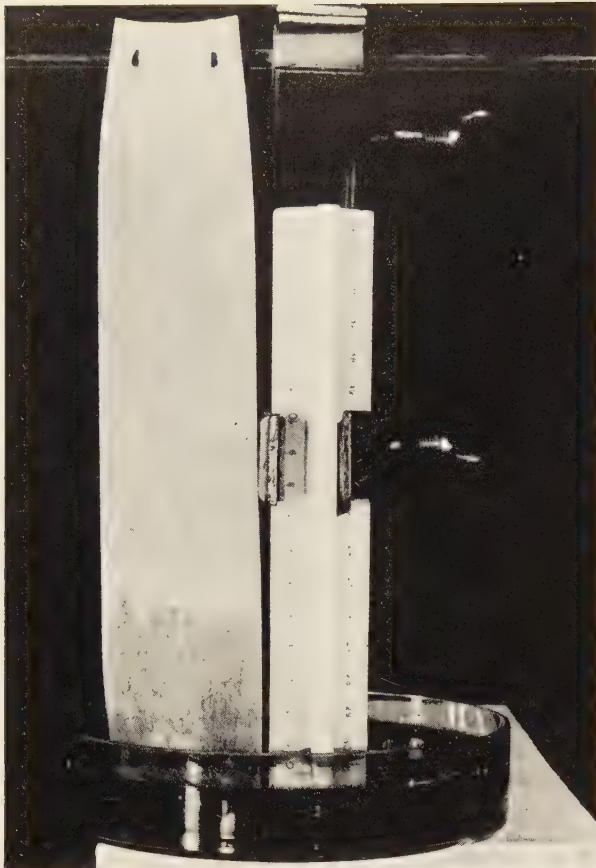


Abb. 7: Einzelabschnitt der Prüfeinrichtung
Der Flüssigkeitsanstieg am Verbandmaterial
ist deutlich erkennbar

Probenträger waagrecht und die Maßstäbe lotrecht stehen. Die vier oder fünf Proben werden in dem Träger so eingespannt, daß sie parallel zu den Maßstäben verlaufen, und daß sie noch etwa 1 cm über die unteren Enden der Maßstäbe hinausreichen. Durch die ausgestanzten Löcher der Probe wird jeweils ein dünner, etwa 4 cm langer Glasstab geschoben. (In jede Probe sind 2 Löcher von etwa 5 mm Durchmesser gestanzt, die je 5 mm von der Unterkante und von der Seitenkante entfernt sind). Diese Beschwerung dient dazu, die Probe in der vertikalen Richtung zu halten. Dann wird der Träger soweit nach unten bewegt, bis die Nullpunkte der Maßstäbe in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche liegen. Die Messung wird in Normalklima durchgeführt. Die Saughöhe wurde nach abgestuften Seiten auf 1 mm genau an den Maßstäben abgelesen. Die Steighöhe wurde dabei in Längs- und Querrichtung bzw. in Kette und Schuß im sterilisierten und nichtsterilisierten Zustand durchgeführt.

b) Ergebnisse

	10 sec.	30 sec.	60 sec.
1. Curotect (nur längs, ohne Zellstoff-Watte- Netzschlauch-Kompresse)			
nicht sterilisiert	32	48—50	60—63 mm
sterilisiert	30—32	48—52	60—64 mm
2. Metalline-Kompressen Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m ²			
nicht sterilisiert			
längs	27—34	37—51	49—65 mm
quer	23—25	34—37	46—52 mm
sterilisiert			
längs	28—32	36—51	43—60 mm
quer	20	33—37	43—49 mm
3. Novalind			
nicht sterilisiert			
längs	13	17	23 mm
quer	15	23	30 mm
sterilisiert			
längs	16	23	27 mm
quer	20—22	30	34 mm
4. Solvaline-Kompressen Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m ²			
nicht sterilisiert			
längs	34—37	53—57	68—75 mm
quer	20	33—35	45—50 mm
sterilisiert			
längs	35—38	50—55	58—65 mm
quer	15	27—30	31—38 mm
5. Verbandmull 20-fdg.			
nicht sterilisiert			
Kette	9	15	20 mm
Schuß	13—18	23—27	30—36 mm
sterilisiert			
Kette	8—9, 5	12—14	16—19 mm
Schuß	10—14	20—23	25—30 mm

Tab. 1: Saugfähigkeit der einzelnen Verbandstoffe

c) Auswertung der Ergebnisse

Wenn man nun jeweils den Mittelwert errechnet und in ein Koordinatensystem überträgt, wobei die Abszisse die Zeit in Sekunden und die Ordinate die Steighöhe in mm angibt, so kann man folgendes aus den Tabellen ersehen:

Saugfähigkeitskurve von Curotect

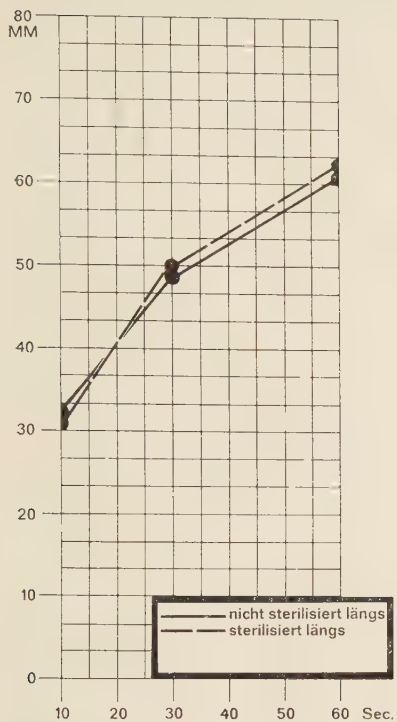


Abb. 8

Saugfähigkeitskurve der Metalline

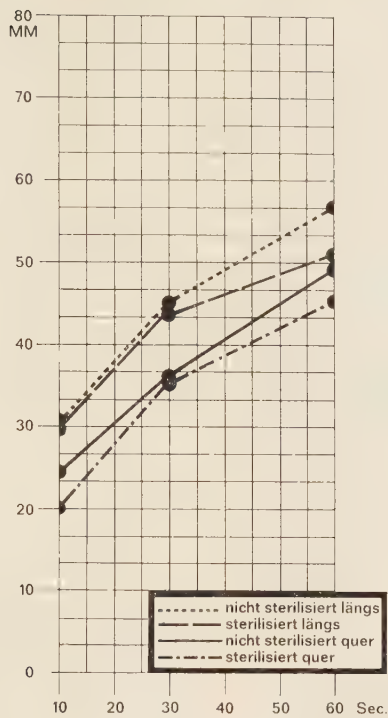


Abb. 9

Saugfähigkeitskurve von Novalind

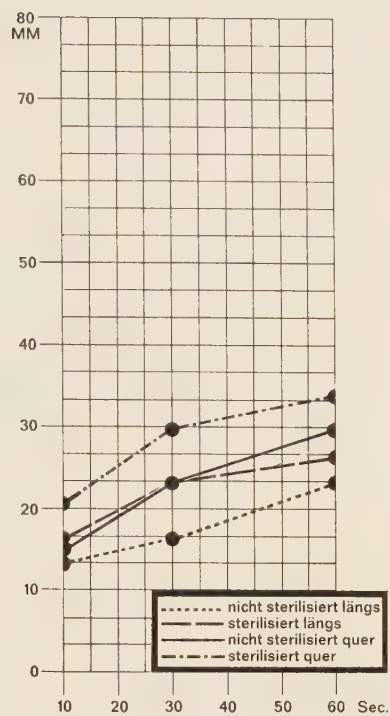


Abb. 10

Saugfähigkeitskurve der Solvaline

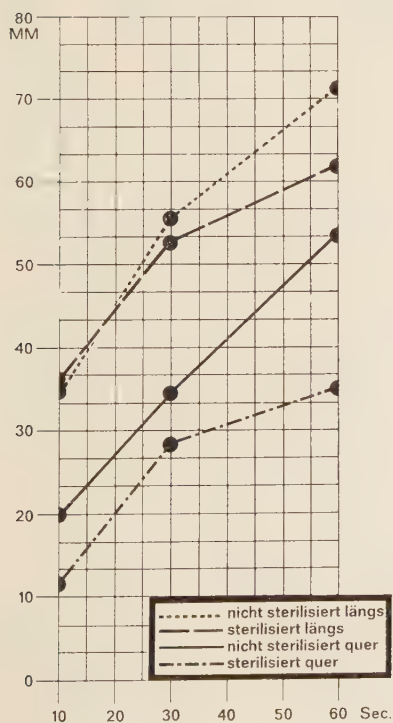


Abb. 11

Saugfähigkeitskurve von Mull

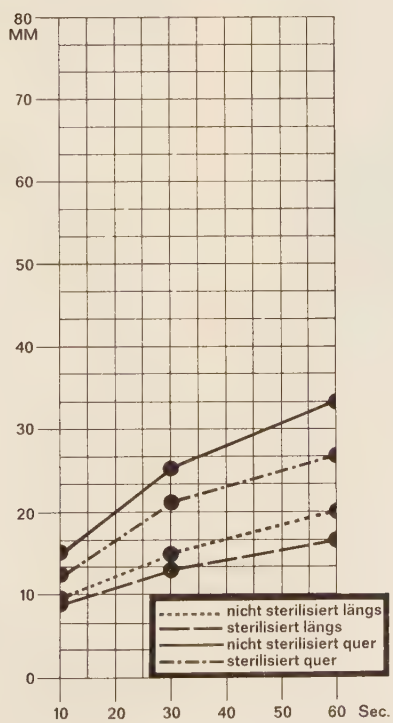


Abb. 12

1. Nicht alle verwendeten Verbandstoffe erfüllen die in sie gesetzten Mindestforderungen. Diese sind nach 10 Sekunden 20 mm, nach 30 Sekunden 30 mm und nach 60 Sekunden 35 mm Steighöhe. Metalline- und Solvaline-Kompressen sowie Curotect, das ohne Zellstoffkompressen verwendet wurde, liegen erheblich über, 20-fdg. Verbandmull erheblich unter dieser Norm. Novalind liegt knapp unter diesen Norm-Werten.
2. Durch das Sterilisieren geht die Saugfähigkeit von Mull, Solvaline- und Metalline-Kompressen zurück. Bei allen drei Verbandstoffen bleibt die Steighöhe bis zur Zeiteinheit von 30 Sekunden annähernd gleich, um dann innerhalb der nächsten 30 Sekunden mit geringerer Geschwindigkeit zuzunehmen. Bei dieser Versuchsreihe ist bei Curotect durch die

Sterilisation eine unbedeutende Zunahme der Saugfähigkeit festzustellen, während sie bei Novalind sogar um etwa 20% zunimmt.

3. Bei Novalind und Verbandmull ist die Steighöhe sowohl im sterilisierten als auch im nichtsterilisierten Zustand quer bzw. im Schuß (bei letzterem) erheblich höher als in Längsrichtung bzw. in der Kette. Bei Solvaline- und Metalline-Kompressen ist es genau umgekehrt.
4. Die unter 2. für die Längsrichtung gemachten Erfahrungen hinsichtlich der Abnahme der Saugfähigkeit im sterilisierten Zustand für Metalline- und Solvaline-Kompressen sowie den Verbandmull lassen sich auch für die Querrichtung bestätigen. Auch hier ist für Novalind eine Zunahme festzustellen.

2. Wasseraufnahmevermögen

a) Definition und Methode

Unter Wasseraufnahme versteht man die von einem Textilmaterial bei Lagerung im Wasser nach einer be-

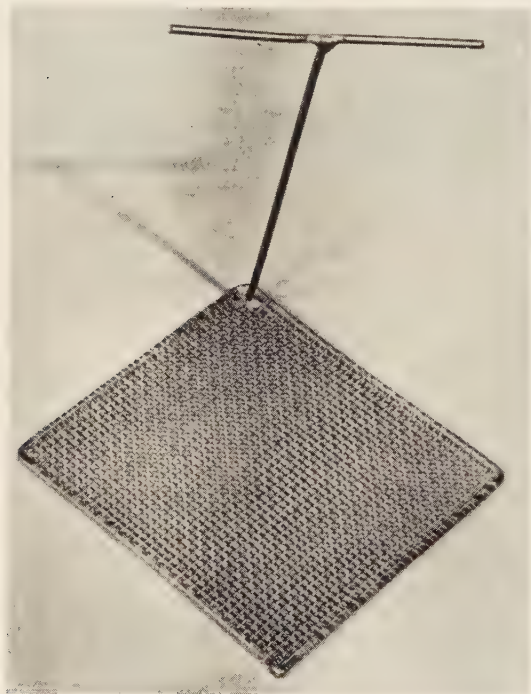


Abb. 13: Drahtnetz zur Bestimmung der Wasseraufnahme

stimmten Einwirkungszeit aufgenommene Wassermenge.

Hierbei wurde nach folgender Prüfmethode vorgegangen:

Aus den entnommenen Probestücken wurden Proben von je 10 x 10 cm ausgeschnitten, auf 0,01 g genau gewogen, anschließend auf ein Drahtnetz von 1 mm Maschenweite gelegt und mit Nadeln darauf befestigt (die obige Abbildung 13 gibt das Prüfgerät wieder).

Das Drahtnetz mit aufgelegter Probe wurde flach in eine Schale mit destilliertem Wasser von 20 Grad C $\pm$ 1 Grad C gestellt, so, daß die Oberfläche der Probe etwa 20 mm unter dem Wasserspiegel war. Nach einer Einwirkungsdauer von 60 ± 3 Sekunden wurde das Drahtnetz mit der Probe der Schale entnommen und nach dem Entfernen dreier Nadeln zum Abtropfen 90 ± 3 Sek. (abweichend von DIN Entwurf 53923) lang gegen die Horizontale so geneigt, daß sich die Probe vom Drahtnetz abhebt und frei hängt. Die Probe wurde sodann vom Drahtnetz abgenommen, in ein tariertes Wägegglas gelegt, das sofort mit dem Deckel verschlossen wurde, und bis auf 0,01 g gewogen (Gewicht Gn).

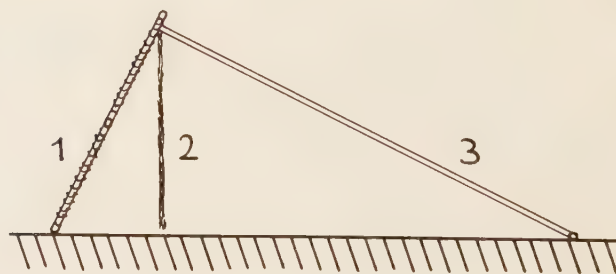


Abb. 14: Abtropfen der Probe bei der Bestimmung der Wasseraufnahme (1 = Drahtnetz, 2 = Probe, 3 = Haltebügel)

Die Abb. 14 zeigt einen Schnitt durch die Vorrichtung mit der Probe beim Abtropfen. Die Wasseraufnahme Wa wird bezogen auf das Gewicht der Probe, in Gew.-% errechnet:

$$Wa = \frac{Gn - Gk}{GK} \cdot 100\%$$

Hierbei bedeutet Gk das Stückgewicht, während Gn gleich der Summe von Stückgewicht und der von ihm aufgenommenen Wassermenge ist. Folglich ist $G_n - G_k$ die von der Probe aufgesogene Wassermenge. Nach Umrechnung erhält man folgende Ergebnisse für das Wasseraufnahmevermögen in %:

b) Ergebnisse

1. Curotect (ohne Zellstoff-Watte-Netzschlauch-Kompresse)	962 %
2. Metalline-Kompressen (Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m ²)	597 %
3. Novalind	274 %
4. Solvaline-Kompressen (Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m ²)	657 %
5. Verbandmull 20-fdg.	583 %

Tab. 2: Wasseraufnahmevermögen nach dem Abtropfverfahren in %

c) Auswertung der Ergebnisse

Hierbei wurden von jedem Verbandstoff 20 Versuche gemacht. Das Stückgewicht der Proben betrug für Verbandmull 4,9 g, Curotect 4,7 g, Solvaline 3,0 g, Novalind 2,8 g und Metalline 1,8 g. Die Proben waren jeweils 10 x 10 cm groß und wurden auf ein Drahtnetz aus nichtrostendem Stahl von je 12 x 12 cm Fläche mit Metallrahmen aufgelegt.

Die mittlere quadratische Abweichung, identisch mit der mittleren Standardabweichung

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

betrug dabei für Curotect 1,14, Verbandmull 0,97, Novalind 0,35, Solvaline-Kompressen 0,25 und Metalline-Kompressen 0,16.

In dieser Formel bedeuten x_i den Meßwert, $\bar{x}$ den Mittelwert und n die Anzahl der Versuche.

Die enorm hohe Saugfähigkeit von Curotect ist auf die starke Zellstoffwatte-Netzschlauch-Kompresse, die über der glänzenden Wunddecke liegt, zurückzuführen. Überraschend auch das starke Aufnahmevermögen von Solvaline- und Metalline-Kompressen und des Verbandmulls. Novalind fällt hier im selben Maße ab, wie Curotect überragt.

Das Wasseraufnahmevermögen wurde auch noch nach einer anderen Methode getestet. Hierbei wurden 10 x 10 cm große Materialproben der fünf Verbandstoffe von je 5,0 g Gewicht (falls eine Einzelprobe weniger wog, wurden mehrere Proben zu einem Stapel aufeinander geschichtet, bis das erwünschte Gewicht von 5,0 g erreicht war) und aus einer Bürette mit gleichbleibend langsamer Tropfenfolge mit Wasser beträufelt. Die bis zur Grenze des Wasseraufnahmevermögens — kenntlich am ersten aus der Materialprobe fallenden Tropfen — aufgenommene Flüssigkeitsmenge wurde abgelesen. Die nach Umrechnung ermittelten Prozentzahlen siehe Tab. 3.

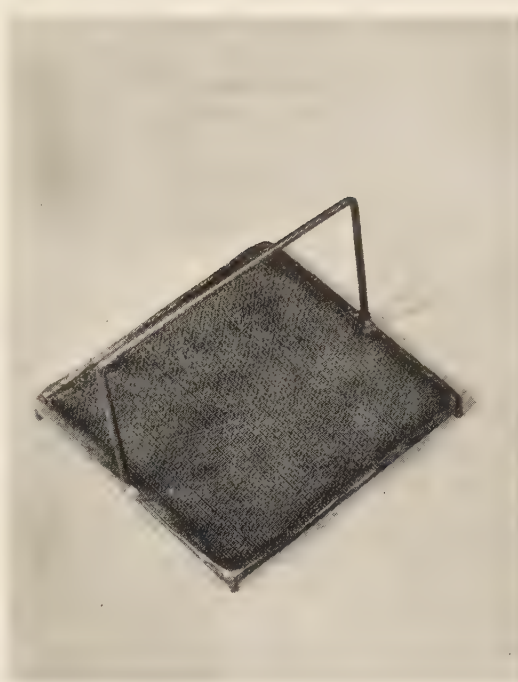


Abb. 15: Drahtnetz zur Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens nach dem Auftropfverfahren

1. Curotect (ohne Zellstoff-Watte-Netzschlauch-Kompresse)	965 %
2. Metalline-Kompressen (Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m ²)	595 %
3. Novalind	273 %
4. Solvaline-Kompressen (Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m ²)	651 %
5. Verbandmull 20-fdg.	584 %

Tab. 3: Wasseraufnahmevermögen nach dem Tropfverfahren in %

Diese Werte decken sich ziemlich genau mit dem durch das Abtropfverfahren ermittelten Ergebnis. Dabei konnte festgestellt werden, daß die glänzende Wundaufgedeckte von Curotect ein hervorragendes sofortiges Aufsaugen der einzelnen Tropfen gewährleistet.

Bei den mit Aluminium bedampften verfestigten Wattevliesen der Metalline läßt das anfänglich schnelle Aufsaugen allmählich nach. Bei Novalind erfolgt bereits nach Zugabe von 2-3 ccm Wasser eine sich von der Unterlage abhebende Schrumpfung, was darauf zurückzuführen ist, daß verschieden dicke und verschieden stark gezwirnte Garne verwebt sind. Der Verbandmull ergibt mehr eine flächenhafte Aufsaugung der Flüssigkeit infolge der dünnen, in den Fäden nicht oder kaum differierenden Weitmaschigkeit. Allerdings wird aus dem zentral gelegenen Flüssigkeitskrater diese relativ schnell in die Peripherie abgesogen; im Gegensatz zu den anderen getesteten Textilien bleibt beim Mull die Flüssigkeitsmenge immer

etwas ungleich auf dem Quadrat verteilt. Das Wasseraufnahmevermögen wurde auch noch nach einer dritten Methode bestimmt. Die untersuchten Verbandstoffe wurden zu einem quadratischen Format von je einem g Gewicht zusammengeschnitten, glatt gestrichen und auf die Oberfläche frisch destillierten Wassers von etwa 20 Grad C

leicht aufgelegt. Dabei erfüllten alle getesteten Wundtextilien die gesetzten Mindestforderungen. Die Gewebe sogen sich leicht mit Wasser voll und gingen binnen 10 Sekunden unter.

Eine gute Saugfähigkeit als Voraussetzung für eine schnelle Wundheilung wird von vielen Autoren als wesentlicher Faktor herausgestellt.

Reißfestigkeit (Reißdehnung und Reißkraft der verschiedenen Verbandstoffe)

1. Zweck und Anwendungsbereich

Der Streifen-Zugversuch dient zur Ermittlung der Kräfte- und Längenänderung, die bei einer längere Zeit einwirkenden Zugbeanspruchung auftreten. Gleichzeitig sollen damit die Zusammenhänge zwischen der Längenänderung und der dabei auftretenden Kraft an streifenförmigen Proben untersucht werden.

2. Prinzip des verwendeten Zug-Prüfgerätes

Es wurden zwei verschiedene Prüfmaschinen verwendet, wo die Spannköpfe der einen, und zwar der elektronisch gesteuerten Prüfmaschine ZR E - 500¹ für Curotect und Novalind nicht so gut geeignet waren. Die Proben zogen sich bei höherer Belastung aus den Spannköpfen heraus. Diese Prüfmaschine mit elektronischer Kraftmessung hat eine praktisch trägheitslose Kraftmessung, was bei der anderen Prüfmaschine Z 100/500² nicht der Fall ist. Hier findet die Kraftmessung durch eine Neigungspendelwaage statt. Der Ausschlag des Pendels wird auf den Zeiger der Meßuhr und eine Schreibvorrichtung übertragen.

3. Meßbereiche der Prüfmaschinen

Bei der elektronischen Prüfmaschine ZR E 500 wurden die Meßbereiche von 0—2,5, 5, 25 und 50 kp. angewandt. Durch andere Meßköpfe läßt sich bei dieser Prüfmaschine der Meßbereich jedoch von 0,25 bis 200 kp. variieren.

Die andere Prüfmaschine mit Neigungspendel hat Meßbereiche von 0 bis 100 und 0 bis 500 kp.

Man wählt bei der Messung den günstigsten Kraftbereich nach einigen Versuchen. Dabei wurde die Vorspannkraft so gewählt, daß man nicht im ersten oder letzten Fünftel des Meßbereiches lag.

4. Auswahl der Proben für die Reißkraftversuche

Bei der Probeentnahme der verschiedenen Prüfungen für die einzelnen Verbandstoffe sollen die Proben die Verhältnisse des Gesamtmaterials so genau wie möglich wiedergeben, wobei sich die Anzahl und Größe der Proben nach dem Prüfziel richtet. Die Entnahme muß gleichmäßig über die ganze Länge der Bahn verteilt erfolgen, wobei die Proben im Abstand von mindestens 10 cm von der Längskante der Bahn entnommen wurden. Es ist selbstverständlich, daß für die Untersuchungen die Proben keine offensichtlichen Fehler bzw. Falten o. ä. aufweisen durften.

5. Versuchsdurchführung

Die Probe wurde fadengerecht so eingespannt, daß eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Vorspannung über ihre Breite gewährleistet ist.

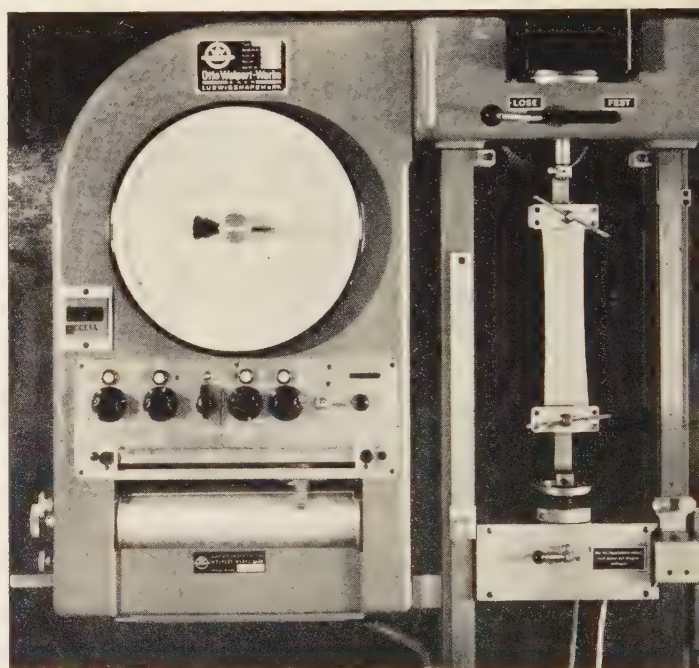


Abb. 16: Reißkraftmaschine ZR E 500

Dazu wurde die Probe zunächst in der oberen Spannklemme leicht festgelegt, durch die untere Spannklemme durchgezogen und vorgespannt.

Zur Vorspannkraft muß gesagt werden, daß sie für Vliesstoffe etwa 1% der Reißkraft ausmachen, während sie bei Geweben bis zu 150 g/m² nach der jetzt gültigen DIN-Vorschrift 53857 200 p betragen soll. Wir verwendeten ein Gewicht von 100 g. Nach der alten DIN-Vorschrift waren die Vorspanngewichte geringer, sie entsprachen etwa dem halben Flächengewicht. Nach den vom Materialprüfungsamt der Techn. Hochschule in München und vom Textilprüfinstitut in Reutlingen gemachten Erfahrungen spielt eine Abweichung im Vorspanngewicht für die gemessene Reißkraft keine Rolle. Das Gewicht muß jedoch so hoch sein, daß die Probe

1, 2 Fabrikate der Firma Wolpert, Ludwigshafen

glatt und ohne Verzug eingespannt werden kann. Die Vorspannung wurde mit einer Klemme, die breiter als die Probe war, aufgebracht. Daraufhin

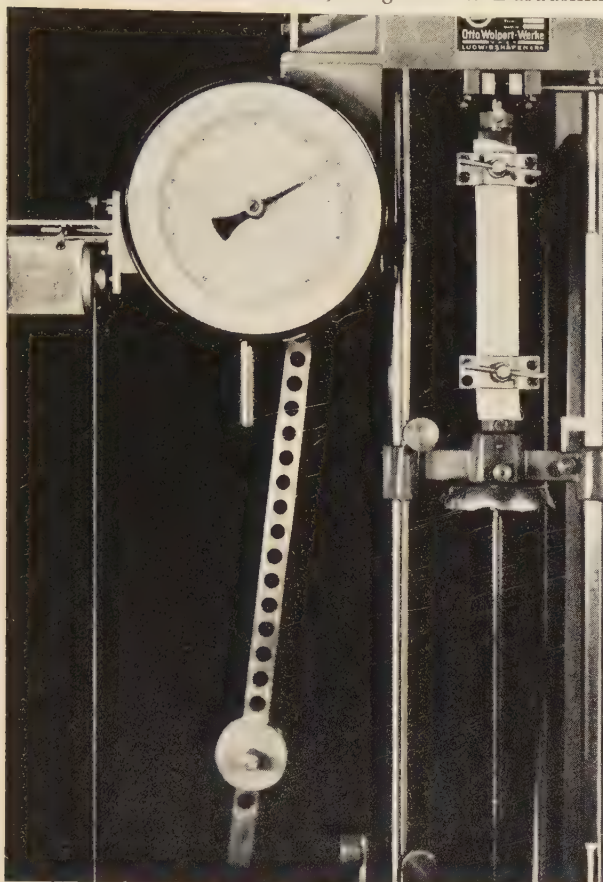


Abb. 17: Reißkraftprüfmaschine Z 100/500

wurden die Proben in der oberen und anschließend in der unteren Einspannklemme eingespannt. Als Reißdauer wurde die Zeitspanne vom Beginn der Belastungszunahme bis zum Erreichen der Höchstkraft genommen. Da sie nach DIN 53857 im Mittel nicht mehr als 30 ± 3 Sek. betragen soll, wurde die dazu notwendige Einstellung des Prüfmaschinenantriebs durch Vorversuche ermittelt.

6. Kraft-Längenänderungskurve

Auf die Aufzeichnung einer Kraft-Längenänderungskurve wurde verzichtet, da die Kurven bei Geweben und Vliesstoffen wenig charakteristisch sind, im Gegensatz zu Kunststoffen, die eine plastische Verformung erleiden oder auch elastischen Stoffen.

7. Variationskoeffizient und Vertrauensbereich

Auf die Ausrechnung des Variationskoeffizienten und des Vertrauensbereiches, wie sie die DIN-Vorschriften in ihren Prüfberichten erwähnt wissen wollen, wurde verzichtet, da diese Werte nur zu berechnen sind, wenn eine so große Zahl von Meßwerten ermittelt wird, daß eine statistische Berechnung sinnvoll ist. Es sollte also eine größere Versuchszahl vorliegen als die von mir durchgeführten 5 bis 8 Versuche.

Die Naßreißfestigkeitsversuche an durchnässten Proben wurden unter den gleichen o. a. Bedingungen in völlig durchnässtem Zustand durchgeführt. Die Proben wurden in destilliertem Wasser mit Zusatz von 1 g Nekal/l untergetaucht und darin eine Stunde lang gehalten.

8. Versuchsergebnisse und Auswertung

Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

	Reißkraft kp/5 cm Probenbreite	Reißdehnung in %
Curotect (nur längs und ohne Zellstoff-Mull-Kompresse)		
nicht sterilisiert		
längs trocken	99	12,0
längs naß	64,5	22,5
sterilisiert		
längs trocken	100	18,0
längs naß	64,5	25,0
Metalline-Kompressen (Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m ²)		
nicht sterilisiert		
längs trocken	15,6	3,5
längs naß	7,0	15,0
quer trocken	2,36	6,0
quer naß	1,96	18,5
sterilisiert		
längs trocken	14,0	5,0
längs naß	5,7	7,8
quer trocken	1,23	3,2
quer naß	0,57	12,5
Novalind (nur längs)		
nicht sterilisiert		
trocken	63	25,5
naß	23,2	29,0
sterilisiert		
trocken	63,5	26,0
naß	23,6	30,5
Solvaline-Kompressen (Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m ²)		
nicht sterilisiert		
längs trocken	39,2	9,0
längs naß	23,5	8,5
quer trocken	17,8	13,8
quer naß	15,0	14,0
sterilisiert		
längs trocken	34,7	5,5
längs naß	18,5	9,0
quer trocken	16,7	17,0
quer naß	13,3	18,5
Verbandmull 20-fdg.		
nicht sterilisiert		
Kette trocken	9,7	3,0

	Kette naß	9,83	5,2
	Schuß trocken	4,17	6,4
	Schuß naß	3,9	7,2
sterilisiert	Kette trocken	9,9	3,1
	Kette naß	10,2	6,3
	Schuß trocken	4,2	7,8
	Schuß naß	4,3	6,6

Tab. 4: Reißkraft und Reißdehnung der einzelnen Verbandstoffe
(Versuchsbedingungen nach DIN 53 857)

Die Auswertung der Versuche erbrachte folgende Ergebnisse

1. Die mittlere Reißkraft $P_{\max}$ wurde in kp angegeben und auf zwei benannte Stellen abgerundet. Es wurde jeweils der Mittelwert errechnet. Fehlerhafte Brüche sind nicht aufgetreten.
2. Die mittlere Reißdehnung $Sp_{\max}$ wurde in Prozent errechnet nach der Formel

$$Sp_{\max} = \frac{\Delta L p_{\max}}{L_0}$$

wobei jeweils auf 0,1% auf- bzw. abgerundet wurde.

Die Meßlänge L_0 ist im Regelfall gleich der freien Einspannlänge.

3. Die Reißkraft ist bei Metalline- und Solvaline-Kompressen im nichtsterilisierten Zustand etwas

größer als im sterilisierten, während bei den anderen drei Verbandstoffen eine geringe Zunahme der Reißkraft bei den sterilisierten Proben festzustellen ist. Diese Beobachtung gilt sowohl im Trocken- als auch im Naßzustand.

4. Die Reißkraft aller Verbandstoffe ist im Trockenzustand erheblich höher als bei Durchfeuchtung. Sie genügt jedoch bei allen getesteten Verbandstoffen den Mindestforderungen.

Sie ist bei Curotect zehnmal, bei Novalind siebenmal und bei Solvaline fünfmal so hoch wie bei Mull. Die Verhältnisse verschieben sich aber im Naßzustand zugunsten des Verbandmulls und zuungunsten der Metalline.

5. Sie ist auch bei den Einzelproben in der Längsrichtung (bzw. in der Kette) erheblich höher als in der Quer- bzw. Schußrichtung.

6. Die Reißdehnung ist bei allen Verbandstoffen trocken erheblich niedriger als naß. Bei nicht sterilisierten Solvaline-Kompressen sind in der Längsrichtung und beim sterilisierten 20-fdg. Verbandmull in der Schußrichtung die Verhältnisse umgekehrt.

Ein weiterer Punkt, der ebenfalls als physikalischer Faktor anzusprechen ist, findet kaum Berücksichtigung.

Es ist das große Verdienst von EICHHOLZ, daß er in seinem Lehrbuch für Pharmakologie, 9. Auflage 1957, diesem Punkt erhöhte Aufmerksamkeit schenkt: den unter den Verbänden entstehenden Temperaturen, die meßbarer Ausdruck für die Ventilation des Verbandstoffes sind.

Temperatur

1. Ambulante Oberarmwunden mit und ohne Indikation

Die Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse wurden in umfangreichen Versuchen sowohl an Menschen als auch am Tier durchgeführt. Die große Schwierigkeit solcher Untersuchungen liegt vor allem darin, in exakten Vorversuchen isotherme Bereiche zu finden. Sie wurden am Oberarm und am Bauch durchgeführt.

Sämtliche Messungen wurden mit dem sogenannten Sekundenthermometer vorgenommen, dessen Wärmeaufnahme- und -verbrauch im Vergleich zum Quecksilberthermometer enorm niedrig ist; dadurch

erfolgt eine punktweise und schnelle Messung. Gemessen wurde mit dem Differenztaster mit federnder Spitze, die den unterschiedlichen Auflagedruck ausgleicht. Sie ist außerdem in Desinfektionslösungen abwaschbar. Bei ambulanten Patienten, und dies waren sämtliche Patienten mit Oberarmwunden, wurde strengstens darauf geachtet, daß sich der Patient mindestens 10 Minuten in der vorhandenen Raumtemperatur aufhielt, damit sich der normale Durchblutungszustand einstellen konnte.

Die Versuche zur Messung der Oberarmtemperatur wurden an insgesamt 170 Patienten durchgeführt. Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

Art der Wundbedeckung:

Curotect

(mit Zellstoffwatte-Netzschlauchkomresse)

Curotect-Wundverband

(mit 12-fachem Baumwollmull, 20-fdg.)

Metalline-Komresse

(Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m²)

Novalind

Solvaline-Komresse

(Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m²)

Verbandmull 20-fdg., 16-fach

Ohne Bedeckung (offene Behandlung)

Ausgangstemp.	Temperatur nach 24 Stunden	Temperaturanstieg in 24 Stunden
29,5	31,6	+ 2,1
31,8	32,8	+ 1,0
28,5	29,7	+ 1,2
27,8	29,5	+ 1,7
28,6	29,7	+ 1,1
28,9	30,3	+ 1,4
28,3	29,3	+ 1,0

Tab. 5: Temperaturfaktor bei Wundauflagen

Um zum Vergleich den Einfluß der Wunde auf die zwischen ihr und dem Verbandstoff entstehende Temperatur registrieren zu können, wurden am Oberarm

von 20 Personen Verbände angelegt, ohne daß Wunden vorhanden waren. Dabei wurden folgende Temperaturen gemessen:

Art der Bedeckung:

Curotect-Wundverband

(mit 12-fachem Baumwollmull, 20-fdg.)

Curotect

(mit Zellstoffwatte-Netzschlauch-Kompresse)

Metalline

(Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m²)

Novalind

Solvaline

(Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m²)

Verbandmull

Ausgangstemp- peratur	Temperatur nach 24 Stunden	Temperatur- anstieg in 24 Stunden
30,8	32,2	+ 1,4
29,4	31,4	+ 2,0
27,9	29,2	+ 1,3
28,8	29,4	+ 0,6
27,7	28,9	+ 1,2
28,3	29,7	+ 1,5

Tab. 6: Temperaturfaktor bei Verbandauflege ohne Indikation

Die Messung der Ausgangstemperatur erfolgte jeweils 4 Stunden nach Auflegung des Verbandes. Da sämtliche Patienten fieberfrei waren, und die maximalen Abweichungen mit $\pm 0,4$ Grad C sich bei den einzelnen Verbandstoffen die Waage hielten, wurde der Mittelwert genommen.

Die Tabellen geben über folgende Punkte Aufschluß:

1. Der stärkste Temperaturanstieg wird durch das wärmestauende Papierzeugnis Zellstoff ausgelöst. Dies wird beim Curotectverband deutlich; sobald die Zellstoffhinterlage durch Mull ersetzt wird, sinkt der Temperaturwert zwischen Verbandstoff und Wunde um etwa 1 Grad C im Mittel gegenüber dem Curotect-Wundverband mit Zellstoff. Daraus ergibt sich, daß

2. durch Baumwollmull ein wesentlich besserer Temperaturableitungseffekt erzielt wird.

3. Unter Novalind und Curotect kommt es zu einer nur geringen Temperatursteigerung, sobald sie ohne Zellstoff verwendet werden. Das Gleiche trifft für die Metalline zu. Aber auch Mull und Solvaline liegen hier noch recht günstig.

Ein gewisser Temperaturanstieg, den die Wunde aufgrund der Hyperämie auch dann aufweist, wenn eine sogenannte offene Wundbehandlung durchgeführt wurde, d. h., daß die Wundfläche nicht mit einem Verbandstoff bedeckt wird, ist immer zu verzeichnen.

4. Die von BARON gemachten Erfahrungen, daß bei einem Vergleich saugfähiger und weniger saugfähiger Wundauflagen bemerkenswerte Kühleffekte zugunsten saugfähiger Verbandstoffe auftreten, konnte nicht bestätigt werden, obgleich die Saugkraft der einzelnen Wundtextilien stark variierte.

2. Untersuchungen an Operationswunden

Bei den chirurgischen Bauchwunden liegt das Untersuchungsmaterial von insgesamt 373 Patienten zugrunde. Auch hier wurde die Temperatur erstmals 4 Stunden nach dem Auflegen des Verbandstoffes gemessen. Die weiteren Messungen erfolgten jeweils im Abstand von 48 Stunden am zweiten, vierten und

sechsten Tag. Das primäre Ziel dieser Untersuchungen war es, festzustellen, ob und bei welchen Verbandstoffen es zu einem evtl. Wärmestau kommt. Desgleichen sollten die klinischen Anwendungsmöglichkeiten getestet werden. Dabei konnte auch in bezug auf die möglichen Ursachen für die Temperaturerhöhung folgendes festgestellt werden:

Verhalten der Wundtemperatur unter den Verbandstoffen beim Menschen

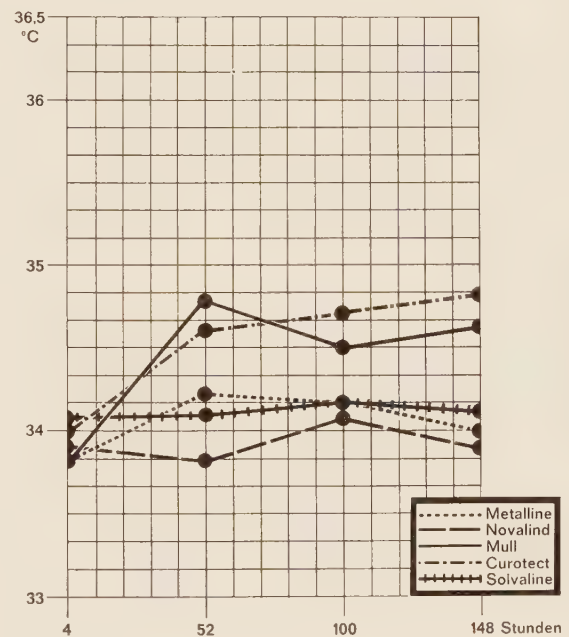


Abb. 18

1. Novalind läßt keinen Temperaturanstieg erkennen. Das Gleiche gilt auch für Metalline und Solvaline, während bei Verbandmull und Curotect ein gewisser Wärmestau eintritt, der allerdings bei letzterem verhältnismäßig schnell seinem Ausgangswert wieder zustrebt, um bei Mull erst im Verlaufe von etwa 10 bis 12 Tagen diesen Wert wieder zu erreichen.

2. Der Verbandmull verklebte sehr häufig mit der Wunde, was beim Verbandwechsel jedesmal zu Aufrißblutungen führte (s. histologischer Teil). Das ist in erster Linie auf kapillare Einsprossungen zurückzuführen, da ja bei einer bestimmten Maschengröße ein Eindringen der Kapillaren in das bedeckende Material erfolgt. Gleichzeitig ist ein gewisser Schrumpfungs- und Dehnungsprozeß, wodurch sich die ideale Maschengröße ändert, als mechanischer Reiz für die Wunde mitverantwortlich.
3. Bei Novalind, das seltener verklebt, macht sich als unangenehme Eigenschaft ein verhältnismäßig starkes „Ausfusseln“ am Rande bemerkbar, das auch für Patienten unangenehm werden kann, wie ein Fall einer dadurch verursachten verzögerten Heilung beweist:
Da das Novalind nach Aufsaugen des Wundsekretes eine Abhebung von der Wundfläche bewirkt (sog. genannter Tunneleffekt bzw. Entklebungsprinzip nach BARON) muß es in gewisser Weise durch Mullbinden fixiert werden. Da sich der Patient aber bewegt, kann es zu Verschiebungen des Novalinds kommen, wodurch abfusselnde Einzelfäden in die Wunde gelangen können und eine verzögerte Heilung verursachen. Dies könnte vermieden werden, wenn der bereits sterilisiert abgepackte Verband eingesäumt wäre.

3. Tierexperimentelle Untersuchungen

Die bei Menschen für praktisch alle Verbandstoffe relativ günstigen Temperaturergebnisse konnten im Tierversuch nur teilweise bestätigt werden. Dies wird großenteils daran liegen, daß die Wundfläche im Vergleich zur Körperoberfläche beim Tier doch ungleich größer ist als beim Menschen, so daß es sehr häufig zum Auftreten von Fieber kam.

Die Experimente wurden an insgesamt 100 Ratten durchgeführt (Mortalitäts-Quotient 3%). Für jeden Verbandstoff wurden jeweils 20 Tiere verwendet. Jedem Tier wurde dabei nach der Rasur unter sterilen Kautelen eine Doppelringwunde (nach BARON) zugefügt, mit einem kraniokaudalen Steg auf der Bauchseite (s. histologischer Abschnitt). Die Fixierung erfolgte dabei durch ein Drahtnetz, das zusammen mit dem Verband in der Bauchhaut des Tieres eingenäht war. Der Temperaturanstieg betrug im Mittel etwa 2,5 Grad C, wobei der Verbandmull auch hier den weitaus größten Anstieg zu verzeichnen hatte, gefolgt von Curotect. Vorteilhafte Ergebnisse wurden bei Solvaline und Novalind beobachtet, während Metalline am günstigsten abschnitt.

Zu den Abbildungen muß gesagt werden, daß, abgesehen vom Verbandmull, die Temperaturkurve im weiteren Verlauf nur eine unbedeutende Steigerung aufzuweisen hatte, um nach etwa 14 bis 15 Tagen wieder zum Ausgangspunkt zurückzukehren, während bei Mull auch am 7. und 8. und nochmals am 12. Tag Maxima zu verzeichnen waren. Anschließend erfolgte allerdings ein sehr rascher Abfall auf Normalaus-

4. Ähnlich, wenn auch etwas anders gelagert, sind die Verhältnisse bei Curotect. Hier kommt es durch das Nichtversteppen bzw. Nichtverweben der glänzenden Wunddecke mit der saugfähigen Hinterlage zu Verschiebungen der Wunddecke, was ebenfalls als Reizwirkung angesehen werden muß. Es dürfte möglich sein, diesen Mißstand abzuschaffen.

Als einen weiteren Nachteil muß man bei Curotect die Hinterlage aus Verbandzellstoff ansehen. So beliebt er auch wegen seiner guten Saugfähigkeit unmittelbar nach der Fabrikation der einfachen und praktischen Handhabung und des verhältnismäßig niedrigen Preises in Klinik und Praxis als Saug- und Polstermaterial ist, so sind doch seine Nachteile nicht zu verkennen:

Deutliche Vergilbung, Abnahme der Saugfähigkeit nach dem Sterilisieren und Lagern, Verlieren des Zusammenhaltes durch das Feuchtwerden, und die kurzen Fasern von 1 bis 4½ mm, wodurch er leicht ribbelt und fusselt!

5. Bei Solvaline und Metalline tritt in der Trocknungsphase nach starker Sekretion gelegentlich eine leichte Verklebung mit der Wunde ein, die allerdings durch einen täglichen Verbandwechsel weitgehend verhindert werden kann.

Verhalten der Wundtemperatur unter den Verbandstoffen beim Tier

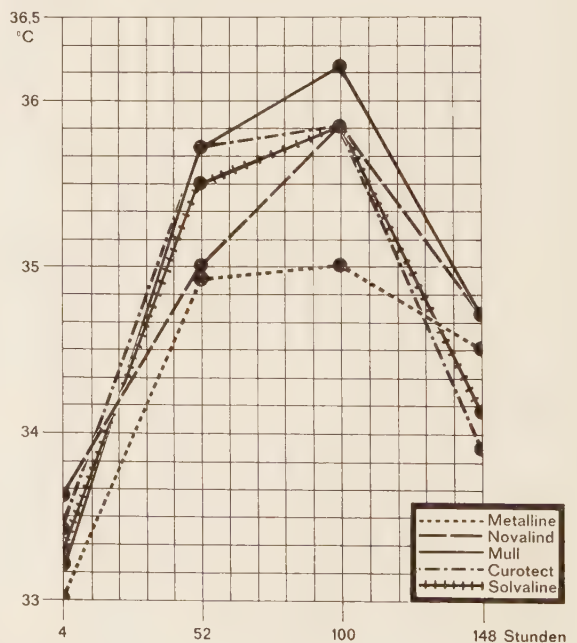


Abb. 19

gangswerte. Die schon bei den Patienten gemachten Erfahrungen hinsichtlich der Klebefreudigkeit usw. konnten auch hier bestätigt werden. Darüber wird das folgende Kapitel nähere Aufschlüsse vermitteln.

1. Problemstellung

Das im Moment wohl aktuellste Problem in der Verbandstoffuntersuchung stellt ohne Zweifel die immer wieder auftauchende Verklebung des Wundtextils mit der Wunde bzw. die kapillare Einsprossung der Granulationen in den Verband dar. Damit ist bei jedem Verbandwechsel die große Gefahr einer Verzögerung der Wundheilung gegeben. Er ist mit einer Aufrissblutung der Wunde und mit Schmerzen für den Patienten verbunden. Es hat deshalb im Laufe der letzten 60 bis 70 Jahre immer und immer wieder Versuche gegeben, angefangen von NOETZEL über v. BERGMANN, GELINSKY, RITTER, v. REDWITZ, BÜRKLE DE LA CAMP und FUSS zu BÖHLER, um nur einige der wichtigsten in dieser Reihe zu nennen, einer Verklebung entgegenzuwirken. Mit ihr war ja auch die so wichtige Saugkraft verloren gegangen. Aber erst FUSS kam auf den Gedanken, daß das Übel nicht in der Behandlungsmethode, sondern vor allem bei der Herstellung von Verbandstoffen in physikalisch-webtechnischer, sowie in textilchemischer Hinsicht Ursache für einen nachteiligen Wundheilungsverlauf begründet sein könnte:

1. Zu große bzw. zu kleine Maschengröße und mangelnde Schiebefestigkeit, wodurch entweder eine Einsprossung in bzw. eine Verstopfung der Kapillarräume durch Sekrete erfolgte.
2. Mattierung bzw. optische Aufhellung.
3. Beuchung (alkalische Behandlung vor dem Bleichen), Feuchtspannung.

Trotzdem wird auch heute noch von sehr vielen Autoren der seltene Verbandwechsel empfohlen, da die bisher üblichen Wundtextilien, angeführt vom Verbandmull (s. die beiden nebenstehenden Abbildungen) zu starken Einsprossungen und Verklebungen (s. histologisches Bild vom Mull) mit der Wundoberfläche führen. Dies ist vor allem bei Nagelbettwunden eklatant.

2. Ergebnisse mit imprägnierter Gaze

Einen Schritt vorwärts auf dem Wege des nichtverklebenden Verbandes bedeutet die Imprägnierung der Gaze mit fettigen Substanzen (mit Paraffin und Vaseline), die häufig noch mit Antiseptika und -biotika gekoppelt werden. Gute Erfahrungen wurden in der Chirurg. Universitätsklinik München seit einigen Jahren mit dem Penicillin-Nonad-Tulle) gesammelt. Hier können wir über ein Erfahrungsgut von 191 Wunden berichten. Dabei kam es nur dann zu Verklebungen, wenn nur eine Lage verwendet wurde. Mit mehreren Lagen (3 bis 4) konnte keine einzige Verklebung registriert werden. Es wurde jedoch in manchen Fällen eine mangelnde Saugfähigkeit festgestellt. Gelegentlich konnte das Auftreten einer leichten Dermatitis (drei Fälle) beobachtet werden. Bei der allgemeinen Empfehlung des seltenen Verbandwechsels mögen medi-

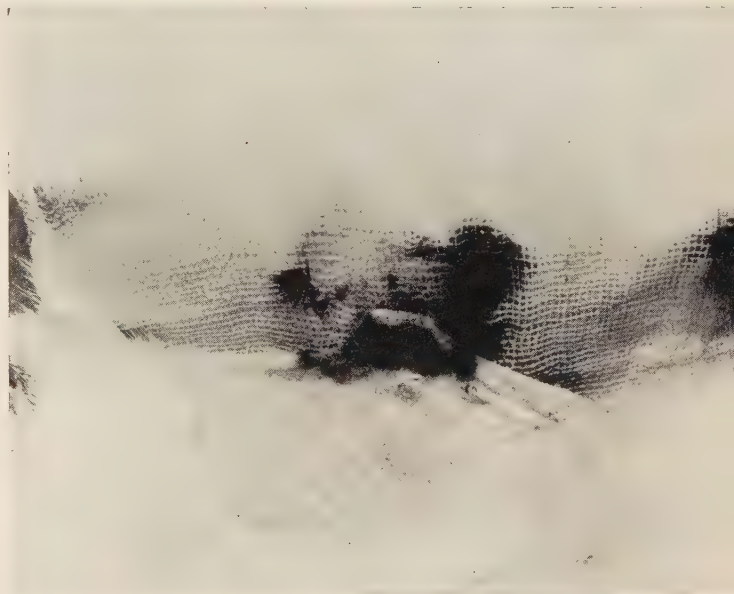
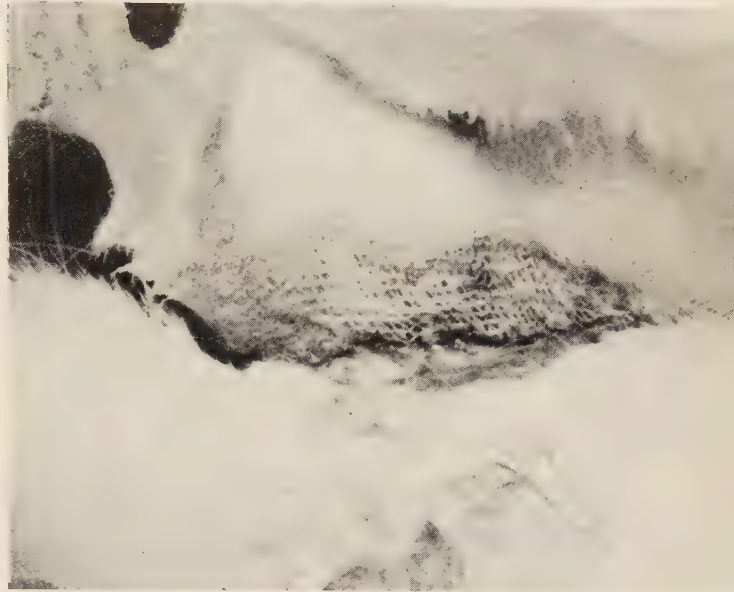


Abb. 20 u. 21: Stark mit der Wundoberfläche verklebter Mull (Tierexperiment an der Ratte). Daß es hier zu starken Kapillareinsprossungen mit erheblicher Traumatisierung kam, braucht nicht erwähnt zu werden. Die Abb. 21 zeigt außerdem eine starke Schrumpfungstendenz, was selbstverständlich zu starker Reizsekretion Anlaß gab (siehe Pfeil).

zinische Indikationen und wirtschaftliche Gesichtspunkte von Bedeutung sein.

Die Frage, die bei der vergleichenden Verbandstoffuntersuchung im histologischen Teil im Vordergrund stand, war, inwieweit es bei den Verbandstoffen zu Verklebungen und kapillarer Einsprossung kommt, oder, ob es einen nichtklebenden Wundverband gibt. Voraussetzung für eine Beurteilung der Wundheilung und ihrer Beeinflussung durch Wundtextilien ist eine standardisierte Versuchsmethodik. Diese Forderung erfüllt das Tierexperiment. Aufgrund eigener früherer Versuche hielt ich das Ringwundenmodell nach BARON für grundsätzlich geeignet. Daher habe ich mich bei der Untersuchung der Eigenschaften, die die Wundheilung beeinflussen, an diese Methode angelehnt.

Als Versuchsobjekte dienten Ratten beiderlei Geschlechts, deren durchschnittliches Körpergewicht 350 g betrug. Es handelte sich um Aufzuchttiere aus geschlossener Zucht.



Abb. 22: Schwerkraftbegünstigtes Ringwundenmodell nach BARON

3. Wundmodell

Am Tage der Wundsetzung wurden den Tieren an der Bauchseite die Haare schonend entfernt. An dieser Stelle wurde eine Wunde jeweils rechts und links von der Mitte gesetzt, nach folgender Methode: Während die Tiere in Äthernarkose lagen, wurde die Haut mit einem Doppelringmesser leicht angeschnitten. Das ausgesparte Zentralstück hat etwa den gleichen Flächeninhalt wie die umgebende Ringwunde. Anschließend wurden etwa 90% des Bindegewebes bis auf die Fascie entfernt. Das verbleibende Bindegewebe verbindet das Zentralstück in Form von 2 Stegen mit der die Wunde umgebenden Haut. Die Stege waren in kranio-kaudaler Richtung angeordnet (s. Skizze).

Zur Wundbedeckung wurden die verschiedenen zu untersuchenden Verbandstoffe verwendet, wobei die Wunde sofort nach der Wundsetzung mit dem Verband abgedeckt wurde.

4. Kriterien der Wundheilung

Das ursprüngliche Verhältnis von 50 zu 50 zwischen Zentralstück und Ringwundenfläche verschiebt sich durch Zentralstück-Kontraktion und Ringwunden-Retraktion zwar nicht unerheblich, der Wundauschnitt mit dem Doppelringmesser bleibt jedoch eine annähernd konstante Größe, der das fast gleiche Größenverhältnis für Ringwunde und Zentralstück zugrunde liegt.

Sofern keine Dauerverbände durchgeführt wurden, erfolgte der Verbandwechsel am 3., 5., 7. und 12. Tag. Die auf dieser und den folgenden beiden Seiten wiedergegebenen Aufnahmen resultieren alle vom ersten Verbandwechsel am 3. Tag.



Abb. 23 u. 24: Wundheilung unter der Metallkompressenplatte

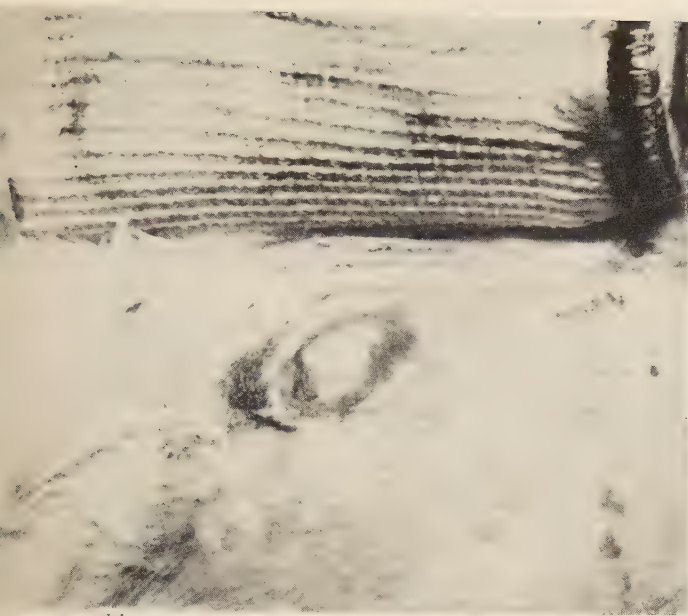


Abb. 25 u. 26: Wundheilung unter Novalind

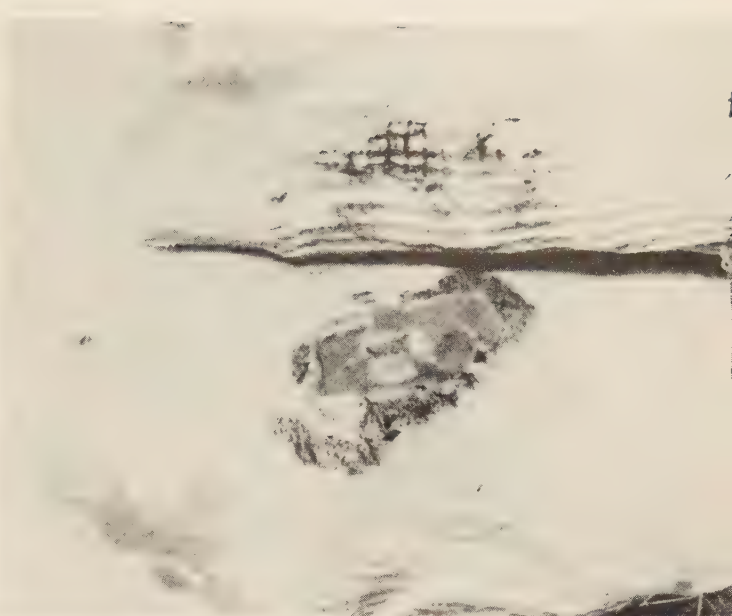


Abb. 27: Wundheilung unter Curotect



Abb. 28: Wundheilung unter Solvaline

Wie aus allen Aufnahmen deutlich zu ersehen ist, kam es zu keinen stärkeren Verklebungserscheinungen. Die Aufnahmen wurden gemacht, nachdem der Verband, sobald er nach Ablage des fixierenden Schutzgitters (Erklärung s. Abschnitt Temperatur) freigelegt war, durch einen leichten Zug in Richtung Wunde von dieser abgehoben wurde. Sobald auch nur die geringste Verklebung sichtbar war, wurde der Verband nach hinten geknickt, um ein möglichst gutes Übersichtsbild von der Verklebung zu erhalten (s. o. a. Abb. über Verbandmull). Dabei zeigte das Beispiel des Verbandmulls deutlich, wie ein von Blut vollgesaugter und auf der Wundfläche festhaftender Verbandstoff mit mehr oder minder zahlreich verklebten Textilschichten die Wunde verschließt und keinerlei Saug-

fähigkeit mehr besitzt. Bei zur Infektion neigenden Wunden bedeutet eine derartig hermetisch abschließende Decke eine bedenkliche Gefahr für den Heilungsverlauf, da die evtl. vorhandenen Bakterienstämme infolge fehlender Ventilation sich sehr schnell vermehren können. Oft waren die Mullschichten auch durch Proteinfällungs- und Eintrocknungsvorgänge bretthart versteift. Hierbei zeigte es sich mehr, daß es ungünstig ist, Verbände liegen zu lassen, da in solchen Fällen die Forderung nach Saugfähigkeit nicht mehr erfüllt und die durch Verklebung erfolgende Traumatisierung nicht verhindert werden kann. Die einzige Schlußfolgerung kann dabei nur lauten, einen Verband herzustellen, der auf Grund seiner physikalisch webtechnischen und textiltechnischen



Abb. 29: Unerwünschte Nebenwirkung von Curotect: die glänzende Wunddecke kann sich verschieben (siehe Pfeil).

Ausrüstung Schmerzen, verstärkte Sekretion und Verklebung vermeidet und eine gute Saugfähigkeit aufweist. Bei Curotect, Metalline, Novalind und Solvaline konnten solche Vorgänge weniger beobachtet werden. Es ist erforderlich, bei stark und zähflüssig sezernierenden Wunden einen häufigeren, manchmal sogar einen täglichen Wechsel vorzunehmen, um solche Erscheinungen zu vermindern. Für Curotect zeigte sich eine unerwünschte Nebenwirkung (s. nebenstehende Abbildung). Die nicht mit der saugfähigen Hinterlage versteckte glänzende Wunddecke verschiebt sich. Dadurch gelangten Teile der Wunde in direkten Kontakt mit der Zellstoffwatte-Netzschlauch-Kompresse, was prompt zu verstärkter Sekretion und Nekrosebildung führte.

Die Beobachtung der kapillaren Einsprossung in den Verbandmull konnte histologisch bestätigt werden. Für den histologischen Schnitt wurde ein sogenannter „Brückenschnitt“ angewendet. Die Schnittführung erfolgte vom gesunden Hautgewebe durch die Ringwunde zum Zentralstück und über die Ringwunde zum gegenüberliegenden Hautstück. Für den histologischen Schnitt ergab sich eine unerwartete Schwierigkeit, da die Wundtextilien nur eine schwache Verbindung mit dem Eiweißglycerin, das zum Ankleben der Schnitte auf dem Objektträger dient, eingehen.

Die Mikroaufnahme vom Mull ergab folgendes Bild:

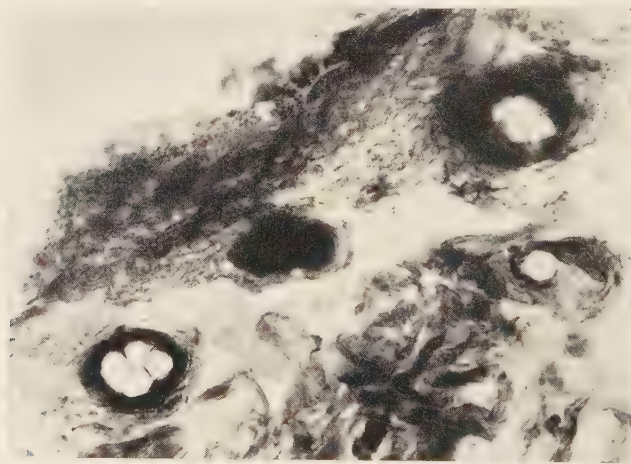


Abb. 30: Verbandmullfäden (600fach vergrößert) mantelförmig von kollagenen, teils hyalinierten Faserzügen umgeben.

5. Mitteilung und Auswertung der Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigten:

1. Bei Bindegewebsschonung erfolgte eine komplikationslose Wundheilung, während bei Bindegewebs-excision Wundrandödem, Wundfeldentzündung, verminderte Resistenz gegen bakterielle Infektionen und damit eine Heilungsverzögerung im Vergleich zur Schorfwunde auftrat.
2. Erhebliche kapillare Einsprossungen beim Verbandmull.
3. Eine geringe Einsprossung bei den anderen Verbänden, es sei denn, daß die anderen Verbände bei starker Sekretion nicht oft genug gewechselt werden. Dieser tägliche Wechsel ist leicht durchführbar, da es zu keinen nennenswerten Verklebungen kommt.
4. Auffallend war ein beträchtlicher Unterschied im Verklebungsgrad der Wundverbände mit der Wundfläche (s. Tab.).

Wundbedeckung	Versuchstag	Verklebungsgrad (Zahl der Fälle in Prozent)		
		schwach	mittel	stark
Curotect	3	3 (15%)	1 (5%)	1 (5%)
(mit Zellstoffwatte-Netzschlauchkompressen)	12	2 (10%)	1 (5%)	—
Metalline-Kompresse	3	3 (15%)	1 (5%)	—
(Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m ²)	12	2 (10%)	—	—
Novalind	3	5 (25%)	2 (10%)	1 (5%)
	12	3 (15%)	1 (5%)	—
Solvaline-Kompresse	3	3 (15%)	2 (10%)	—
(Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m ²)	12	2 (10%)	1 (5%)	—
Verbandmull	3	3 (15%)	4 (20%)	7 (35%)
	12	4 (20%)	4 (20%)	2 (10%)

Tab. 7: Verklebungsgrad der Wundfläche mit dem Wundverband beim Tierversuch.

Ergänzend hierzu sei gesagt, daß im Versuch so viele Ratten verwendet wurden, daß pro Gruppe 20 Tiere (je 10 männl. und 10 weibl.) für die Auswertung der Ergebnisse zur Verfügung standen.

Durch Stauung des Wundsekretes kam es beim Verbandmull zu sehr starker Verklebung. Am 3. Tag wurden nur 6 verklebungsfreie Tiere registriert. Die restlichen zeigten schwache, mittlere und starke Verklebungen (s. Tabelle). Am besten lag Metalline mit 16 verklebungsfreien Tieren. Bei Solvaline waren es 15, bei Curotect 15 und bei Novalind 12 Tiere.

Beim Dauerverband, der bis zum 12. Tag belassen

wurde, war dieser Effekt nicht mehr so deutlich; die Zahl der verklebungsfreien Tiere nahm zu, was auf die fortgeschrittene Wundheilung zurückzuführen sein dürfte. Bei Novalind waren hier 16 Tiere verklebungsfrei, bei Curotect und Solvaline jeweils 17, bei Metalline 18 und beim Verbandmull 10. Beim Dauerverband verlagerte sich auch der Schwerpunkt mehr in Richtung auf die schwache Verklebung (s. Tabelle).

5. Die im Tierversuch gewonnenen Ergebnisse über die beträchtlichen Unterschiede des Verklebungsgrades wurden bei aseptischen Operationswunden bestätigt. Die Häufigkeit war hier jedoch etwas geringer.

Wundbedeckung	Versuchstag	Verklebungsgrad (Zahl der Fälle in Prozent)		
		schwach	mittel	stark
Curotect	3	2 (10%)	2 (10%)	1 (5%)
(mit Zellstoffwatte-Netzschlauchkompressen)	12	3 (15%)	1 (5%)	—
Metalline-Kompresse	3	3 (15%)	1 (5%)	—
(Metalline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 140 g/m ²)	12	1 (5%)	1 (5%)	—
Novalind	3	4 (20%)	3 (15%)	—
	12	2 (10%)	3 (15%)	—
Solvaline-Kompresse	3	3 (15%)	2 (10%)	—
(Solvaline-Schleier + 4 Lagen Viscotex 240 g/m ²)	12	3 (15%)	—	—
Verbandmull	3	6 (30%)	4 (20%)	4 (20%)
20-fdg., 16-fach	12	5 (25%)	4 (20%)	1 (5%)

Tab. 8: Verklebungsgrad der Wundfläche mit dem Wundverband beim Menschen.

Es wurden auch hier jeweils 20 Patienten pro Verbandstoff herangezogen, die sich einer Magen- oder Gallenblasenoperation unterziehen mußten. Beim Verbandwechsel am 3. Tag ergab Novalind hier 13 verklebungsfreie Patienten, es folgten Curotect mit 15,

Solvaline mit 15, Metalline mit 16 und Verbandmull mit 6 verklebungsfreien Patienten. Auch hier ließ sich beim Dauerverband bei allen Verbandstoffen eine Abnahme der Verklebungsfreudigkeit feststellen (s. Tabelle).

Die neuen wundfreundlichen Verbandstoffe sind im Bezug auf die verwendeten Werkstoffe und den Wirkungsmechanismus sehr verschieden. Sie gestalten den Verbandwechsel schonend und fördern die Wundheilung. Bereits aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften sind sie in der Lage, ohne zusätzliche Anwendung der Antibiotica, Infektionen wirkungsvoll zu bekämpfen. Da Wunden durch die häufige Verklebung von Mull in der Heilung gestört sind, stellen diese neuen Stoffe, durch die die Wundkinematik günstiger beeinflusst wird, eine Bereicherung und einen Fortschritt der Verbandtechnik dar. Aufgrund der guten Saugfähigkeit werden die Zerfallsprodukte von der Wunde abgesaugt und eine Traumatisierung meist vermieden.

Auch liefern sie Voraussetzungen für die Beurteilung des Verbandwechsels. Die sogenannte „offene Wundbehandlung“ war eine notwendige Folge der Nachteile der bisherigen Verbandstoffe. Auch der Dauerverband ist häufig eine zwangsläufige Folgeerscheinung der Nachteile des Verbandwechsels. Mit herkömmlichem Verbandstoff kann es beim Dauerverband, wenn reichlich sezernierende Wundflächen vorliegen, zu einer verminderten Aufnahmefähigkeit durch Übersättigung kommen. Deshalb sind bei solchen Wunden, auch bei wundfreundlichen Verbandstoffen, Dauerverbände besser zu vermeiden. Die für den Verbandwechsel der ersten Tage aufgewendete Mühe erweist sich meist als vorteilhaft, da die auf diese Weise behandelten Wunden überraschend schnell abtrocknen und heilen.

Bei größeren Bindegewebsverlusten, bei denen ein Fibrinschorf als ideale Wundbedeckung nicht erwartet werden kann, ist zweifellos die geschlossene und zwar umgehende Wundbehandlung der offenen Wundbehandlung vorzuziehen.

Außerdem lassen sich in entsprechenden Fällen durch Anfeuchten mit reizlosen Flüssigkeiten (Borwasser-, Chinosol- oder Rivanollösungen üblicher Konzentration) in einfacher Weise auch feuchte Verbände herstellen (MEYER, GELINSKY).

Die wirkliche Entklebung eines Verbandstoffes ist nicht durch Feuchthalten der Wunde, sondern durch ihre Trockenlegung erreichbar. Feuchtigkeit führt oft nur zu einer scheinbaren Minderung der Verklebung, während die Trockenlegung unter einem Verbandstoff gerade im Anfangsstadium von entscheidender Bedeutung ist.

In Bezug auf den Erfolg bei der Wundbehandlung kommt es auch darauf an, ob man den Bakterien einen Nährboden bietet. Von ausschlaggebender Bedeutung ist dabei die Art und das Material des Verbandes. Je mehr ein Verband durch gute Saugfähigkeit zur Trockenhaltung der Wunde führte, desto weniger ist mit Heilungsstörungen zu rechnen.

Ziel der Wundbehandlung ist es, die Wundkontraktion und Regeneration möglichst ungestört ablaufen zu lassen. Die Aufgabe eines Verbandstoffes liegt vornehmlich im Schutz vor exogenen Einflüssen und in

der Ruhigstellung der Wunde. Es werden damit der Entzündungsrückgang, Sauerstoffzufuhr und die Gefäß- und Gewebeneubildung gefördert. Die Erkenntnis dieser Aufgabe reicht schon in die Anfänge der Wundbehandlung zurück, als man versuchte, sie mit Hilfe einer Baumrinde zu lösen.

Die Wunde soll ferner durch das Wundtextil trockengelegt werden, weil bereits die physikalischen Vorgänge bei der Trockenlegung Wundinfektionen unterbinden oder reduzieren können. Wie die hier mitgeteilten Ergebnisse zeigen, ist die Saugfähigkeit eines Verbandstoffes eine wesentliche Voraussetzung für eine gute Wundheilung.

An der trockenen Haut kann beim Antrocknen von Blut und Sekreten der Verbandstoff in der Wundumgebung festgehalten werden. Dieser Vorgang muß von echter Verklebung unterschieden werden. Dabei kommt es vor, daß die Wundtemperatur sich erhöht und das Bakterienwachstum begünstigt wird.

Die einleitend von einem wundfreundlichen Verbandstoff geforderten Eigenschaften müssen gleichermaßen erfüllt werden. Das setzt voraus, daß ein optimaler Bereich ihrer Wechselbeziehungen gefunden wird. Die charakteristischen Vorgänge der Wundheilung (Proliferation, Zellwanderung zur Wundregion, Differenzierung der Gewebe in der Wundzone) sind bekannt. Da jedoch noch viele Unklarheiten im Zusammenhang mit der Wundheilung bestehen, kann eine optimale Wundtherapie nur annähernd erreicht werden. Darauf dürfte auch zurückzuführen sein, daß es noch keinen Wundverband gibt, der alle Forderungen, wie Trockenlegung der Wunde ohne Verklebung und Reizung, gute Saugfähigkeit und Kühleffekte, optimal erfüllt, obwohl die Kenntnisse auf dem Gebiet der Wundverbände in den letzten Jahren erweitert wurden.

Mit dieser vergleichenden Verbandstoffuntersuchung sollte

1. eine kleine Anzahl der modernen wundfreundlichen Verbandstoffe auf ihre klinische Brauchbarkeit und Indikationsbreite untersucht werden.
2. Die sich ergebenden Mängel sollten als Anregungen für Verbesserungsvorschläge genommen werden.

Es ist sicher, daß die Entwicklung der Verbandstoffe trotz der Fortschritte der letzten Jahre weitergehen wird. Der Wundheilungsvorgang stellt einen von vielen Faktoren beeinflussten komplexen Vorgang dar, der bei der Entwicklung neuer Verbandstoffe berücksichtigt werden muß. Nicht nur die medizinischen Erkenntnisse beeinflussen die Entwicklung der Verbandstoffe, sondern auch die Fortschritte der Textilindustrie.

Die geschaffenen neuen Verbandstoffe ermöglichen neue Behandlungsmethoden und tragen durch die Auswertung der erzielten Erfahrungen bei, den kranken Menschen zu helfen.

Zusammenfassung

1. Curotect:

Das aus einer glänzenden Wunddecke und einer Zellstoffwatte-Netzschlauch-Kompresse als saugfähiger Hinterlage bestehende Wundtextil ist mit DM 24,50 pro Quadratmeter der mit Abstand teuerste der verwendeten Verbandstoffe.

Curotect läßt im histologischen Bild keine Einsprossungen erkennen. Es besitzt ein Wasseraufnahmevermögen, das der 10-fachen Menge des Eigengewichts entspricht und liegt darin eindeutig vor allen anderen untersuchten Verbandstoffen. Dieses Wundtextil behält seine hervorragende Saugfähigkeit auch nach der Sterilisation bei. In der Reißfestigkeit und Reißdehnung liegt es mit 99 kg/5 cm Probenbreite vor Novalind an erster Stelle. Sowohl im Tierversuch als auch bei der Temperaturmessung am Menschen konnte ein Wärmestau festgestellt werden, was vermutlich auf die Verwendung des Zellstoffs in der Hinterlage zurückzuführen ist. Bei der Messung an Bauchwunden am Menschen wurden die höchsten Werte ermittelt. Auch im Tierversuch lagen die Werte höher als bei Novalind, Metalline- und Solvaline-Kompressen. Bei einem Viertel aller angelegten Verbände trat eine Verklebung auf, die überwiegend den Graden schwach und mittel zuzuordnen waren.

Bei sehr starker Eitersekretion war die Porosität der glänzenden Wunddecke nicht ausreichend.

2. Metalline:

Dieser metallisierte Vliesstoff steht mit 5,80 DM pro Quadratmeter hinsichtlich der Preisgünstigkeit dem Verbandmull am nächsten. Er ist etwa dreimal so teuer wie Mull, aber viermal billiger als Curotect.

Das Wasseraufnahmevermögen beträgt das Sechsfache des Eigengewichts, die Saugfähigkeit kommt der der Solvaline und des Curotect sehr nahe. In beiden liegt die Metalline-Kompresse von den fünf untersuchten Wundtextilien genau in der Mitte.

Diese Aussage trifft auch auf die Wundtemperaturkurve bei Menschen zu. Hier liegt dieser Verbandstoff mit einer Temperaturerhöhung von jeweils 0,4 Grad C am 2. bzw. 4. Tag in einem Bereich, den man bereits als guten Kühleffekt ansprechen kann.

3. Novalind:

Auffallend an diesem Wundtextil ist ein Abheben des Verbandes von der Wunde, sobald Wundsekret angesaugt wird. Dieser Effekt wird dadurch erzielt, daß in diesem Gewebe mit besonders dicken Saugfäden nicht Kette und Schuß, sondern Kette oder Schuß schrumpfen.

Da es sich hier um textilkapillare Vorgänge nicht auf der Wunde, sondern von der Wunde weg handelt, soll die Verklebungsfreudigkeit vermindert werden. Eine Einsprossung von Granulationen in den Verband war nicht festzustellen.

Der oben geschilderte Tunneleffekt (BARON) macht eine Fixierung des Verbandes erforderlich. Erfolgt diese zu stark oder mit Heftpflaster, so wird das Bakterienwachstum begünstigt und die Wundtemperatur erhöht.

Bei lockerer Fixierung mit Verbandmull, die in der Praxis allerdings schwierig durchführbar ist, weist dieser Verbandstoff einen guten Kühleffekt auf. Eine Erhöhung der Wundfeldtemperatur bei aseptischen Operationswunden am Menschen wurde nicht bemerkt. Im Tierversuch liegt der Temperaturableitungseffekt von Novalind nach den Metalline-Kompressen am günstigsten. Die Temperaturerhöhung beträgt nach 2 Tagen 2,5 Grad C. Im weiteren Verlauf strebt die Temperatur bald wieder dem Ausgangswert zu. Die Reißkraft und Reißdehnung dieses besonders dicken Gewebes war nach Curotect am höchsten.

Sehr gering war das Wasseraufnahmevermögen, das nicht einmal das Dreifache des Eigengewichtes erreichte. Hier fiel Novalind deutlich gegen die anderen Verbandstoffe ab. Auch die Steighöhe lag mit 13, 17 und 23 mm nach 10, 20 und 30 Sekunden sehr niedrig. Allerdings lag sie noch etwas höher als beim Verbandmull. Der Preis beläuft sich auf DM 14,— für den Quadratmeter. Zum Vergleich seien die Preise von Mull, DM 1,60, und Curotect, DM 24,50, welche die jeweiligen Grenzwerte darstellen, angeführt.

4. Solvaline:

Bei diesem aus monofilen Polyamidfäden hergestellten Verbandstoff mit einer saugfähigen Viscotex-Hinterlage ist der Quadratmeter für DM 15,— erhältlich.

Er vermag fast die siebenfache Menge des Eigengewichts an Wasser aufzunehmen. Seine Saugkraft wird von keinem anderen Wundtextil übertroffen. Hinsichtlich der Reißkraft (39,2 kp pro 5 cm Probenbreite) und der Reißdehnung von 9% liegt er in der Mitte. Sein Kühleffekt ist gut. Es wurde keine Temperatursteigerung registriert. Beim Tierversuch wurde jedoch, wie bei den anderen untersuchten Wundtextilien zwischen dem 2. und 4. Tag ein Wärmestau registriert, der ein Maximum von 2,5 Grad C erreichte.

Ein Anwachsen von Granulationen in den Solvaline-schleier konnte nicht festgestellt werden. Bei einem Viertel aller angelegten Verbandstoffe kam es zu schwachen bis mittleren Verklebungen.

5. Verbandmull:

Die häufigste Wundbedeckung ist ohne Zweifel der meist als Deckverband verwendete Verbandmull. Dafür dürfte vor allem seine Preisgünstigkeit verantwortlich sein. Der Quadratmeter kostet DM 1,60, womit er unter allen hier untersuchten Verbandstoffen am preiswertesten ist. Er weist ein sehr gutes Wasseraufnahmevermögen auf, das fast der sechsfachen Menge des Eigengewichts entspricht. Seine Saugfähigkeit erwies sich nach der Methode der Bestimmung der Steighöhe als gering. Sie betrug nach 10 Sekunden nur 9 mm, nach 20 Sekunden nur 15 und nach 30 Sekunden 20 mm. Er lag damit von allen getesteten Verbandstoffen am ungünstigsten. Auch seine Reißfestigkeit und Reißdehnung war sehr niedrig. Die Messung der Wundfeldtemperatur ergab im Tierversuch einen wenige Stunden nach der Wundsetzung beginnenden starken Temperaturanstieg, der am 4. Tag mit über 36 Grad C sein Maximum erreichte,

innerhalb der beiden nächsten Tage auf 35 Grad C abfiel und im Verlauf der nächsten 14 - 15 Tage seinem Ausgangswert zustrebte.
Die Messung der Wundtemperatur bei der aseptischen Operationswunde am Menschen ergibt nur einen ge-

ringen Wärmestau, der 0,8 Grad C über dem Ausgangswert liegt.
Die histologische Untersuchung läßt eine kapillare Einsprossung der Granulationen in dem Verbandmull erkennen. Die Verklebungsneigung ist sehr hoch.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Allen, H. S. and Koch, S. L. Surg. Gynec. Obstet. **74**, 914 (1942)
2. Allgöwer, M.
 - a) Verbrennungen, Springer 1957 (Berlin, Göttingen, Heidelberg)
 - b) The cellular basis of wound repair, Ch. C. Thomas, Springfield, 1956
3. Anschütz, W. Bruns Beiträge zur klin. Chir., **25**, 645 - 708 (1899)
4. Arey, L. B. Wound healing Physiol. Rev., Baltimore **16**, 327 (1936)
5. Axhausen, G. Die Versorgung der Weichteilwunde durch den prakt. Arzt (Lehmann-Ver., 1940)
6. Axhausen, W. Zbl. Chir. **81**, 1996 (1956)
7. Baron, H.
 - a) Über Standardisierung von Wundtextilien, Westd. Verl., Köln u. Opladen (1954)
 - b) Zur Frage der Wundtextilien, Langenb. Arch. klin. Chir. **273**, 274, 510, 874, (1953)
 - c) Ärztl. Forsch. **9**, Heft 4 (1955), **4**, 21 (1950) und 596-600 (1950)
 - d) Nature **175**, 760 (1955)
 - e) Arzneimittelforschung **2**, 12 (1952), **5**, 78, 127, 273, 726 (1955)
 - f) Rev. Med. de Cordoba **43**, 262 (1956)
 - g) Zbl. Chir. **74**, 8 (1949) u. **78**, 24 (1953)
 - h) Bull. Soc. int. Chir. **5-6**, 341 (1958)
 - i) Zur Problematik des ersten Verb., Fortschr. Med., 82. Jahrg. Nr. 16 (1964)
 - j) Extr. Path. Biol. **10**, 1565 (1962)
 - k) Wesen und Wirkung eines atraumatischen Wundtextils (Arzneim.-Forsch. **6**, Heft 5; Sonderdruck, 1956)
 - l) Langenb. Arch. klin. Chir. **304**, 712 (1964)
 - m) Z. ges. Textil-Ind., **63**, H. 11 (1961)
 - n) Zur Problematik der Wundheilungsstörungen, Zschr. Ther., Heft 4, 5 S. 201 u. 276 ff (1963)
 - o) Zur Pharmakologie des Verbandmulls (Festschr. der Lohmann KG., Fahr/Rhein (1951)
 - p) Med. Monatsschrift Nr. 10 (1947)
 - q) Arch. f. klin. Chir. u. Dtsch. Z. f. Chir. **261**, H. 65, 6 (1949); 273 u. 274 (1953)
 - r) Die Bedeutung der Verbandstoffe für die Wundheilung: Ther. Woche Nr. 10, 11 (1951/52)
8. Bassius, H. Gründlicher Bericht von Bandagen, Halle, 1720
9. Beck, W. C. Guthrie Clin. Bull. (Sayre) **34**, 48 (1964)
10. Bernstein, J. G. Systematische Darstellung des chir. Verbandes, sowohl ältester, als auch neuerer Zeiten, Jena, 1798
11. v. Bergmann, E. Über antiseptische Wundbehandlung, Dtsch. Med. Wschr., 1882
12. Bier, A. Dtsch. med. Wschr. **44**, 1321-1323 (1918)
13. Block, W. Aktuelle Fragen bei Störungen der Wundheilung (Langb. Arch. klin. Chir. **289**, 42-59 (1958)
14. Böhler, L. Münch. med. Wschr. **97**, Nr. 38 (1955)
15. Brown, H. R. u. V. de Lalla Arch. physic. Med. **30**, 98-102 (1949)

16. Brunner, C. Handbuch der Wundbehandlung, F. Enke, Stuttg., 1926
17. Bürkle de la Camp, H. Hefte Unfallheilkunde 43, 11 (1951) u. H. 45, 46
18. Bunnel, S. Surgery of the hand 3. Aufl. Philadelphia - London. Lippinc. Co, 1948
19. Buschan, G. Über Medizin und Heilkunde im Leben der Völker, Berlin, 1941
20. Cady, J. B. u. W. S. Morgan Amer. J. Surg. 1948
21. Contzen, H. Materialtechnische Voraussetzungen u. biologische Gewebsreaktionen bei Implantationen von Kunststoffen (Chirurg, 170/71, 1962/63) 204, 179-190
22. Davis, H. J. and Abbott, W. E. Surgery 40, 788 (1956)
23. Eichholtz, F. Lehrbuch der Pharmakologie, 9. Aufl. (1957)
24. Flemming, A. Brit. J. Exper. Path. 10, 226 (1929)
25. Fuss, H.
 - a) Möglichkeiten und Grenzen der Wundprophylaxe, Stuttgart, 1955 (Langb. Arch. u. Dtsch. Z. Chir. 282, 23-34 u. Diskussion 75-80 u. 1048
 - b) Dtsch. med. Wschr. 79, 569 (1954)
 - c) Arch. klinische Chir. 274, 121 (1953)
26. Gelinsky, E.
 - a) Bruns Beiträge 106, 508-530 (1917)
 - b) Curotect, ein nichthaftender Verbandstoff, sein Verwendungszweck u. Anwendungsbereich (Zbl. Chir. 79, 1354-1361 (1954)
27. Georgeon, W. H. Chirurg 529 (1937)
28. Godlee, J. Lord Lister, übersetzt von Dr. E. Weisschedel, Leipzig, 1925
29. Gross, F. Fortschr. Med. 74, 521 (1956)
30. Hanke, W. Wilhelm Roux' Arch. Entwickl.-Med. Org. 153, 669 (1962)
31. Harmsen, H. Städtehygiene, Heft 1 (1956)
32. Harttung, M. Zbl. f. Chir. Nr. 16, S. 951-953 (1939)
33. Heinecke, W. Compendium der chir. Operations- und Verbandlehre, Erlangen, (1876)
34. Hill Zbl. f. Chir. Nr. 47, S. 2627, 28 (1936)
35. Hippokrates Die Werke des Hippokrates. Die hippokratische Schriftensammlung in neuer deutscher Übersetzung. Herausgeg. v. Dr. med. R. Kapferer, Teil 21, Stuttg. 1938
36. Henftling, Th. u. Johne, H. O. Zur Bedeutung des Verb. für die Wundheilung. Die Medizinische 1954 (193-195)
37. Homer Ilias, Übertr. v. J. H. Voss, Münch, Goldm.-Verl.
38. Hoffmeister, H. Med. Klinik, 54, 1243 (1959)
39. Hollender, L. u. J. Crockaert De L'action de l'aluminium dans le traitement local des plaies atones et des brulures Strasbourg Med. 2, 466-476 (1951)
40. Jancke, E. u. Stowasser, H. Leitfaden der Verbandstoffkunde (1962)
41. Jadessoohn, W. u. Brun, R. u. Bujard, E. Arch. klin. exp. Derma. 210, 322 (1960)
42. Kaiser, H. Dtsch. Apoth. Ztg. Nr. 48, Nov. 1952
43. Kowe, U. Die Geschichte des Verbandstoffes (Inaugural-Dissertation, Bonn, Juli 1958)
44. Kuntzen, H. H. Neuzeitliche Wundbehandlung, Zschr. ärztl. Fortbild. 49, 715-721 (1955)
45. Lauber, H. J. Drainage u. Tamponade, Stuttg. 1947
46. Lerch, H. Fortschr. d. Med. 71, 63 (1953)
47. Lexer, E.
 - a) Die freien Transplantationen, Stuttg., 1919
 - b) Die pyogenen Infektionen u. ihre Behandlung, Stuttg. 1936

48. Marchand, F. Der Prozeß der Wundheilung, F. Enke-Verl. Stuttg. 1901
49. Marcy, R. a) Prod. pharm. **16**, Nr. 2 (1961)
b) Therapie **15**, 534 (1960)
50. Marcy, R. u. Valette, G. Bull, Acad. nat. Méd. (Paris) **144**, 157 (1960)
51. Marek, S. Einfluß der Hypothermie u. lytischer Mischungen auf die Reißfestigkeit genähter Operationswunden (Chirurg. Band 167, S. 11, 1961, Prag)
52. Metis, P. u. Wundt, W. Langenb. Arch. u. Dtsch. Zschr. Chir. **268**, 436 (1951)
53. Meyer, A. a) Erfahrungen mit neuen Verbandstoffen (Chirurg, 31. Jahrg., Heft 12, 1960)
b) Vergleichende Untersuchungen über neue Verbandstoffe (Wehrmedizin, Heft 2, Bd. 3, 1965)
54. v. Mondeville, H. Die Chirurgie des H. v. Mondeville, Archiv f. klin. Chir., Band 40 u. 41, Heft 4
55. Moser, H. u. C. Die Verbandmittel, ihre therap. wichtigen Eigenschaften und deren Beurteilung (1951)
56. Mosettig-Morhof, v. Wien. Med. Wschr. **30**, Nr. 43, 44, 45, 46, 49, 51 (1880)
57. Needham, A. E. Regeneration of wound-healing, Methuens Monographs on Biological Subjects, London 1952
58. Neuber, G. A. Anleitung zur Technik des antiseptischen Dauerverbandes, Kiel, 1883
59. Noetzel, W. a) Arch. f. klin. Chir. **55** 543 (1897) und
b) Ach. f. klin. Chir. **71** 165-178 (1903)
60. Owens, N. Surgery **19**, 482-485 (1946)
61. Paulos von Ägina Des besten Arztes sieben Bücher, übersetzt von J. Barendes, 6. Buch 1914
62. Paracelsus Theophrast v. Hohenheim, Medizinische, naturwissenschaftliche u. philosophische Schriften, drei Bücher der Wundarzney, zweites Buch aus dem Jahre 1528, Kap. 7, hrsg. v. K. Sudhoff, München, 1922
63. Patry, R. Le traitement de la plaie (Helv. chir. Acta **29**, 208-237, 1962)
64. Rauch, S. a) Langb. Arch. u. Dtsch. Z. Chir. **266**, 210 (1950) u. **266**, 448 (1950)
b) Schweiz. med. Wschr. **79**, 7 (1949)
c) Dtsch. med. Wschr. **74**, 863 (1949)
65. v. Redwitz, E. a) Zbl. f. Chir. Nr. 28, S. 1578 (1938)
b) Die Lehre von den Verletzungen u. Wunden, Kirschner-Nordmann: Die Chirurgie, 2. Aufl., Teil 1, S. 181, Urban u. Schwarzenberg, Berlin - München, 1940
66. Rehm, R. Münch. med. Wschr. **106**, Nr. 13 (1964)
67. Riedel, E. Dtsch. Apoth. Ztg./Südd. Apoth. Ztg., Sept. 1954, 94, 861
68. Ritter Zbl. f. Chir. Nr. 28, S. 1576 (1938)
69. Scales, J. T. Wundheilung u. Verband, Departement of Biomechanics a. Surgical Materials, Institute of Orthopaedics (University of London), Stanmore 1962
70. Schaaf, F. Arch. klin. exp. Derm. **210**, 327 (1960)
71. Schneider Berufsdermatosen **3**, 6 (1955)
72. Schneider/Mirus Annales de Dermat. et de Siph. graph. 1955
73. Schulze, W und Baumann, H. Zbl. Chir. **85**, 210 (1960)
74. Schweilsheimer, S. Textilien in der Chir., Melliand Textilber. **33**, Nr. 11 (1952)
75. Seemen, v. H. Wundversorgung und Wundbehandlung, F. Enke-Verlag, Stuttgart, 1939

76. Seemen, v. H. u. Schmidt, M. A. Münch. med. Wschr. **95**, 733 (1953), **96**, 128 (1954)
77. Siler, V. E. J. Amer. med. Ass. **124**, 413-414 (1956)
78. Staehler u. Mitarb. Med. Welt **2**, 118 (1951)
79. Stein, F. Über die Bedeutung der Methylcellulose in der Behandlung von thermischen Schäden, eitrigen Wunden und Abscessen (Chirurg 23. Jahrg., 471)
80. Stör, O. Die Verbrennungskrankheit und ihre Behandlung, F. Enke-Verl., Stuttgart 1939
81. Suppan, A. Chirurg **34**, 175 (1963)
82. Thomhagen, O. Der Listersche Verband, Leipzig, 1875
83. Thomson, J. E. M. Amer. J. Surg. **91**, 413-414 (1956)
84. Walland, H. Die Chemie der text. Hilfsstoffe, Wittenb. (1948)
85. Wankmüller, A. Zur Geschichte der Bruns'schen Verbandwatte, Stuttg. 1949
86. Weber, B. Die Anwendungsmöglichkeiten der Zellwollvliese als Verbandstoffe in der Chir. (Münch. med. Wschr. 1954, 762-763)
87. Weber, F. u. Martina, A. Die neuzeitlichen Textilveredelungsverfahren der Kunstfasern, Wien, Springer, 1951
88. Whipple, A. O. Amer. Surg. **118**, 187 (1943)
89. Whittaker, A. H. Amer. J. Surg. **85**, 411 (1953)
90. Zenker, R. u. Groll, F. a) Langb. Arch. u. Dtsch. Z. f. Chir. **264**, 190 (1954)
b) Chirurg (1950) **12**, S. 661

Verwendete Normblätter

DIN 50014	Normalklimate
DIN 53802	Prüfung von Textilien, Angleichen der Proben an das Normalklima
DIN 53803	—, Probenahme, Allgemeine Richtlinien
DIN 53804	—, Auswertung der Meßergebnisse
DIN 53854	—, Gewichtsbestimmungen an textilen Flächengebilden mit Ausnahme von Gewirken und Gestriken
DIN 53857	—, Streifen-Zugversuch an textilen Flächengebilden
DIN 53923	Entwurf —, Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens von textilen Flächengebilden
DIN 53924	Entwurf —, Bestimmung der Saugfähigkeit von textilen Flächengebilden durch Ermittlung der Steighöhe
DIN 61630	Verbandstoffe, Verbandmull

Lebenslauf

Ich, Herbert Maximilian Schmidt, wurde am 21. Februar 1940 als 2. Kind des Oberkommissars der Kriminalpolizei, Jakob Schmidt und seiner Frau Berta, geb. Templer, in Greding, Kreis Hilpoltstein/Bay. geboren.

Vom September 1946 bis Juli 1951 besuchte ich die Volksschule in Gars/Inn.

Ab September 1951 bis Juli 1960 gehörte ich dem Hum. Gymnasium in Eichstätt/Bay. an, das ich im Juni 1960 nach dem Abitur verließ.

Im Wintersemester 1960 immatrikulierte ich mich an der Medizinischen Fakultät der Universität in München, wo ich 1967 das Staatsexamen ablegte.

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1964 und 1965 unter Anleitung von
Herrn Privatdozent Dr. A. Meyer an der Chirurgischen Klinik der Universität München durchgeführt

Herrn Priv.-Doz. Dr. A. Meyer möchte ich an dieser Stelle für viele wertvolle Hinweise und vor allem für
die freundliche und persönliche Anteilnahme und Unterstützung herzlichst danken.

